

2016

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Análise e Quantificação de Imagens Pedobarográficas do Hallux Valgus

MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

AUTORA | Linda Orlanda Simões Pimenta Pinto de Jesus

ORIENTADOR | Prof. Doutor Luis Manuel Ferreira Roseiro

Coimbra, julho 2016



Departamento
de Engenharia Mecânica

Análise e Quantificação de Imagens Pedobarográficas em Patologias do Hallux Valgus

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Autor

Linda Orlanda Simões Pimenta Pinto de Jesus

Orientador

Prof. Doutor Luis Manuel Ferreira Roseiro

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, julho 2016

Dedico este trabalho aos meus pais, marido e filha.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor e Orientador Luis Manuel Ferreira Roseiro por todo o acompanhamento, dedicação e compreensão prestados.

Ao Engenheiro João Pedro Alves por toda a colaboração prestada no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Doutor Francisco e ao Doutor Carlos Pereira pela sua prontidão e disponibilidade.

Ao serviço de Ortopedia do Hospital Distrital da Figueira da Foz pelas facilidades cedidas.

A todos aqueles que se disponibilizaram a participar de forma voluntária no presente estudo.

Aos meus pais e irmãos, por tudo aquilo que fizeram, para eu poder ser aquilo que sou hoje.

Ao meu marido Nuno e à minha filha Maria João pela compreensão e paciência que tiveram para comigo, são eles a minha inspiração e o meu alento.

Resumo

O estudo da pressão plantar tem vindo a assumir uma elevada importância, tanto do ponto de vista da abordagem clínica ao tratamento de patologias associadas ao pé como no contexto da biomecânica ocupacional. Em particular, no domínio da ortopedia, a identificação das principais características associadas à pressão plantar pode ser importante para uma correta avaliação clínica, preparação cirúrgica e acompanhamento dos doentes. É o caso de pacientes com patologia associada ao Hallux Valgus, também conhecida por joanete. O presente trabalho tem o seu enquadramento no estudo da distribuição da pressão plantar em doentes com esta patologia. Assim, em parceria com uma equipa médica do Hospital Distrital da Figueira da Foz, foram determinados os principais parâmetros associados à pressão plantar num grupo de voluntários com indicação cirúrgica para tratamento da patologia do Hallux Valgus. Estes parâmetros foram determinados a partir de imagens pedobarográficas, obtidas a partir de uma plataforma de medição de pressões, EMED. Além dos resultados fornecidos pelo próprio software, os dados recolhidos foram também analisados tendo por base o algoritmo PEDOBAR, programado em Matlab e desenvolvido no Laboratório de Biomecânica Aplicada do ISEC. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos.

Palavra Chave: Hallux Valgus, Imagens Pedobarográfica, Pressão Plantar

Abstract

The plantar pressure is a human characteristic and its analysis has undertaken a high importance from a clinical perspective as in the context of occupational biomechanics. In the particular field of orthopaedics, the identification of the main characteristics associated with plantar pressure may be important for a correct clinical evaluation, surgical preparation and monitoring patients. This is the case of patients with pathology associated with Hallux Valgus, also known as bunion. This study looks at the plantar pressure distribution of patients with this pathology. These parameters are determined from pedobarographic images obtained from a measurement platform, EMED. In addition to results provided by the software itself, the collected data were also analysed based on the PEDOBAR algorithm, programmed in Matlab and developed at the Applied Biomechanics Laboratory of ISEC. The results obtained are presented and discussed.

Keywords: Hallux Valgus, Pedobarography image, Plantar Pressure

Índice

RESUMO.....	I
ABSTRACT	III
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. O PÉ E A PATOLOGIA DO HALLUX VALGUS	5
2.1. O Pé	5
2.2. Tipos de Pé	5
2.2.1. Pé Plano	6
2.2.2. Pé Cavo	6
2.2.3. Pé Varo	6
2.2.4. Pé Valgo	7
2.3. O Hallux Valgus	7
3. DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO PLANTAR	9
3.1. Introdução	9
3.2. Sistemas de Medição da Pressão Plantar	10
3.3. Parâmetros Associados ao Estudo da Pressão Plantar	11
3.3.1. Pico de Pressão	12
3.3.2. Curva do Pico de Pressão.....	13
3.3.3. Impulso ou Integral Pressão-Tempo	14
3.3.4. Área de Contacto	14
3.3.5. Centro de Pressão	15
3.3.6. Índice do Arco Plantar	17
3.3.7. Índice do Arco Plantar Modificado.....	19
4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	21
4.1. Instrumentos	21
4.1.1. Plataforma de Pressões Emed	21
4.1.2. Sistema Baseado em Palmilhas - Pedar	22
4.2. Protocolo de Aquisição de Dados.....	23
4.3. Registo e Pré-análise dos dados.....	24
4.3.1. Plataforma EMED	24
4.3.2. Sistema PEDAR.....	27
5. DESCRIÇÃO DO ALGORITMO PEDOBAR	29
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6.1. Imagens Pedobarográficas.....	39
6.2. Parâmetros Comparativos.....	43
6.2.1. Parâmetros Comparativos no Pé com Patologia	44

6.2.2. Parâmetros Comparativos no Pé sem Patologia.....	46
6.3. Força, Área e Impulso	49
7. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
9. ANEXOS.....	65
9.1. Imagens comparativas do MVP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório nos Pacientes	67
9.2. Força & Área na Plataforma Emed.....	70
9.3. Força & Área na Plataforma Pedar.....	126
9.4. Força & Área no Algoritmo PEDOBAR.....	151

Índice de Figuras

Figura 1 - Divisão do Pé humano (http://www.podologistajoana.pt , s.d.).....	5
Figura 2 - Pé plano (esquerda) e pé cavo (direita). (Pés Sem Dor, 2015).....	6
Figura 3 - Pé varo.	6
Figura 4 - Pé valgo (Orthotic, 2015).....	7
Figura 5 - Pé com Hallux Valgus ((Pés sem dor, 2015))	7
Figura 6 – Pés analisados neste trabalho.	8
Figura 7 - Calçado inadequado vs Calçado adequado)	8
Figura 8 – Configuração terminal do pé.....	8
Figura 9 - Sapato pós-operatório à esquerda (Aveimedica, 2015) e Bota imobilizadora à direita (Americanas, 2015)	13
Figura 10 - Curva típica do pico de pressão num sensor (retirado de (Rosebaum D. & H. P. Becker, 1997)).....	14
Figura 11 - Trajetória do Centro de Pressão representada a cor vermelho (Supply, Phoenix Surgical).....	15
Figura 12 - Trajetória do COP e o eixo longitudinal do pé (De Cock, 2008).....	15
Figura 13 - Intervalos do período ou fase de apoio (Biomechanics, 2015).	16
Figura 14 - Cálculo do índice de pronação-supinação e o ângulo de progressão do pé (Nawata, 2005).....	16
Figura 15 - Pé supinado á esquerda, no centro posição neutra e á direita pronado (Biomechanics, 2015).	16
Figura 16 - Arco transversal e longitudinal (Conforpié, 2015).	17
Figura 17 - Pé Normal, Chato e Cavo (Pés Sem Dor, 2015)	18
Figura 18 - Divisão do pé em regiões. (George S Murley, Hylton B Menz, & Karl B Land, 2009).	19
Figura 19 - Plataforma de pressões, Emed® ((Novel.de Alemanha, 2015).....)	22
Figura 20 - Sistema Pedar® (Novel.de, Alemanha): funcionamento sem fios (adaptado de (Novel.de 2011)).	22
Figura 21 – Visualização de um momento de uma aquisição na plataforma EMED.	23
Figura 22 – Visualização de um momento de aquisição com o sistema Pedar.....	24
Figura 23 - Procedimento na recolha e aplicação dos dados para análise.	25
Figura 24 - Layout do software da plataforma de pressões Emed®.....	25
Figura 25 - Imagem original (esquerda) e transformada (direita).....	26
Figura 26 - Layout do software do sistema Pedar	27
Figura 27 – Interface do algoritmo PEDOBAR.	29
Figura 28 - Distribuição da pressão plantar em 4 aquisições do mesmo paciente.....	30
Figura 29 - Imagem média em bruto - IMB obtida a partir de 4 imagens.	30
Figura 30 - Imagem média após aplicação do filtro Gaussiano.....	31
Figura 31 - Imagem filtrada a 3 kPa.....	31
Figura 32 - Bissetriz do pé com identificação dos pontos tangentes	32
Figura 33 - Imagem binarizada e máscara gerada para retirar dedos dos pés.....	33
Figura 34 - Imagem média em bruto sem as zonas dos dedos dos pés.....	33
Figura 35 - Representação dos vetores VTDH e VTAP.....	33
Figura 36 - Definição e uma ROI para determinar a distância euclidiana máxima.	35
Figura 37 - Identificação de pontos chave para definição das ROI	36
Figura 38 – Identificação dos parâmetros obtidos nas tabelas.....	37
Figura 39 – Imagens com MVP para os cinco registos num voluntário através da plataforma EMED.....	39
Figura 40 – Imagens com MPP para os cinco registos num voluntário através da plataforma EMED.	40
Figura 41 – Imagens médias de MVP (a) e MPP (b) obtidas a partir do algoritmo PEDOBAR	40
Figura 42 – Imagens do sistema Pedar num voluntário.....	40
Figura 43 – Paciente 01 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	41
Figura 44 – Paciente 05 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	41

Figura 45 – Paciente 06 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	42
Figura 46 – Paciente 07 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	42
Figura 47 – Paciente 10 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	42
Figura 48 – Paciente 11 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	42
Figura 49 – Paciente 12 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	43
Figura 50 – Paciente 13 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório	43
Figura 51 - Dados Comparativos da MPP para o pé com Hallux.....	45
Figura 52 - Dados Comparativos da MVP para o pé com Hallux.	45
Figura 53 - Dados Comparativos do MAI para o pé com Hallux.....	45
Figura 54 - Dados Comparativos do AI para o pé com Hallux.	46
Figura 55 - Dados Comparativos do MPP paÍndice figurasra o pé sem patologia.	47
Figura 56 - Dados Comparativos do MVP para o pé sem patologia.	47
Figura 57 - Dados Comparativos do MAI para o pé sem patologia.	47
Figura 58 - Dados Comparativos do AI para o pé sem patologia.....	48
Figura 59 – Exemplo de curva Força – Tempo e Impulso – Tempo comparando os registos pré e pós operatório	49
Figura 60 – Exemplo de curva Área – Tempo e variação do apoio - Tempo comparando os registos pré e pós operatório	49
Figura 61 – Exemplo de curva Força – Tempo e Impulso em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia.....	50
Figura 62 – Exemplo de curva Área– Tempo e variação do apoio, protocolo 10 MWT. Left - pé com patologia	50
Figura 63 – Detalhe da curva Força – Tempo em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)	50
Figura 64 – Detalhe da curva Impulso em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia).....	51
Figura 65 – Detalhe da curva Área - Tempo em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia) ..	51
Figura 66 – Detalhe da curva variação do apoio em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)	51
Figura 67 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 1	52
Figura 68 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 2	52
Figura 69 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 3	52
Figura 70 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 5	53
Figura 71 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 6	53
Figura 72 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 7	53
Figura 73 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 9	54
Figura 74 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 10	54
Figura 75 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 11	55
Figura 76 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 12	55
Figura 77 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 13	55

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Parâmetros obtidos a partir das medições pré e pós operatória no pé com patologia	44
Tabela 2 – Parâmetros obtidos a partir das medições pré e pós operatória no pé sem patologia.....	46

Lista de Abreviaturas

- A - Valores da Área de Assentamento;
- AI – Índice do Arco Plantar (Arch Index);
- AVC – Acidente Vascular Cerebral;
- COP – Centro de Pressão (Center of Pression);
- CPMsD – Comprimento do Peito do Pé Média sem Dedos
- CT – Tomografia Computorizada (Computed Tomography);
- dA/dt - Taxa de variação da Área de Assentamento no tempo;
- dF/dt – Impulso;
- F - Valores da Força (Force);
- IMB-Sd - Imagem Média em Bruto sem Dedos;
- LCP – Largura do Calcanhar do Pé;
- LPP – Largura do Peito do Pé;
- MAI – Índice do Arco Plantar Modificado (Modified Arch Index);
- MPP - Valores de Pico (Peak Pressure);
- MVP - Valores de Pressão média (Mean Value Pressure);
- PEDOBAR - Algoritmo de avaliação pedobarográfica a partir de imagens da pressão plantar;
- PET – Tomografia por Emissão de Positrões (Positron Emission Tomography);
- PP – Pico máximo de Pressão (Peak Pressure);
- PPC – Curva do Pico de Pressão (Peak Pressure Curve);
- PTI – Integral ou Impulso de Pressão;
- RM – Ressonância Magnética;
- ROI – Região de interesse (Region of Interest);
- SDA – Soma das Diferenças Absolutas;

SSD – Soma do Quadrado das Diferenças;

VTAP – Vetor da Tangente ao Arco do Pé;

VTDH – Vetor da Tangente ao Dedo Hallux;

10 MWT – Protocolo de Caminhada em 10 metros (10 meter walk test).

1. Introdução

O pé é a ligação final da cadeia cinemática na locomoção humana. Ao entrar em contato com uma superfície exterior, o pé fica exposto à ação de diferentes forças interativas que intervêm com a sua função. Durante a marcha o pé desempenha duas funções sequenciais: passiva, dado que garante o amortecimento da força de impacto do corpo humano; ativa, quando transfere as forças internas produzidas para o solo. A repartição adequada destas forças é importante, dado que qualquer desajuste pode contribuir para alterações no modo como a pressão se distribui na superfície plantar (Abboud R. , 2002), condicionando a biomecânica do corpo humano. Além disso, este tipo de alterações interfere com o desempenho e participação do ser humano nas diversas atividades do quotidiano, podendo degenerar em patologias do pé, nomeadamente deformidades plantares.

Com o objetivo de estudar a forma como se encontra distribuída a pressão ao nível da superfície plantar foram desenvolvidas diversas técnicas e sistemas de medição. Ao longo dos anos estes dispositivos têm vindo a ser aperfeiçoados, permitindo uma análise mais precisa e aprofundada por parte da investigação clínica. O estudo da distribuição da pressão plantar tem sido alvo de diferentes estudos, fundamentalmente no contexto da saúde, onde desempenha nos dias de hoje um papel importante, dado que permite obter informações específicas sobre a estrutura e função do pé. A deteção e a análise de patologias e malformações plantares (Abboud R. , 2002), a averiguação da ação de certos tratamentos e cirurgias (Schuh, 2011), assim como a progresso em soluções que melhorem a distribuição da pressão plantar pelo do paciente (Orlin & McPoil, 2000), são alguns exemplos onde o estudo da pressão plantar cumpre um papel crítico.

De modo a estudar a distribuição da pressão plantar têm sido identificados diferentes parâmetros plantares quantitativos, onde se podem destacar: pico de pressão; centro de pressão; área de contacto; índice do arco plantar; índice do arco plantar modificado, (Rosebaum D. A., 1997).

A identificação de parâmetros referentes à distribuição da pressão plantar, em apoio estático ou dinâmico, deve ser baseada no mínimo em três a cinco medições de modo a garantir

interpretações fiáveis do padrão de distribuição (Hughes J. L., 1991). Na análise da pressão plantar o profissional de saúde habitualmente estuda a informação existente em cada medição e depois junta toda a informação de modo a retirar uma conclusão com base nos dados recolhidos, o que faz com que seja um processo ainda bastante demorado. Para facilitar a extração da informação essencial das imagens com registos da pressão plantar, obtendo o máximo potencial dos dados recolhidos, têm sido desenvolvidas diversas técnicas computacionais de análise de imagem, particularmente técnicas de alinhamento de imagens, que consistem na determinação e definição de uma transformação para que a imagem alvo, ou as entidades nesta exibidas, passem a estar afinadas às estruturas homólogas mostradas numa segunda imagem, designada por imagem modelo (Pataky, 2008).

Com a evolução das metodologias de análise, tarefas como o fracionamento e categorização de regiões plantares, a confrontação de imagens de pressão plantar de um dado caso clínico com imagens de casos antecipadamente estudados e a classificação do tipo de pé, passaram a ser executadas de uma forma mais simplificada, automática e com maior precisão (Oliveira F. P., 2011).

Este trabalho enquadra-se na análise e quantificação de imagens pedobarográficas, em particular em doentes com patologias do Hallux Valgus, vulgarmente conhecido como “*joanete*”. Pretende-se avaliar um conjunto de pacientes em situação de recomendação cirúrgica para correção da deformidade. Os pacientes, voluntários para o estudo, e com o devido consentimento de participação, foram submetidos a um protocolo de aquisição da pressão plantar com recurso a uma plataforma de pressões da marca Novel, referência EMED e um sistema de registo da pressão plantar baseado em palmilhas de pressão, também da marca Novel, referência Pedar X.

Os pacientes foram avaliados primeiro em situação pré operatória, no dia imediatamente anterior à cirurgia e posteriormente (90 dias após cirurgia) em situação pós operatória. Deste modo definiu-se o objetivo de analisar, com base na informação pedobarográfica, o *follow-up* dos pacientes, comparando os dados pré e pós operatórios. A recolha de dados incidiu nos dois pés, permitindo assim analisar tanto o pé com indicação para cirurgia, identificado neste trabalho como pé com patologia, como o pé que não iria ser submetido a cirurgia.

Os dados recolhidos foram tratados inicialmente com recurso ao software da plataforma EMED, que permite obter alguns parâmetros de quantificação. Posteriormente, de modo a obter outros parâmetros reconhecidamente importantes na identificação desta patologia, foi utilizado o algoritmo PEDOBAR, desenvolvido no Laboratório de Biomecânica Aplicada do ISEC, implementado em Matlab, e que permite a extração de parâmetros a partir de imagens da distribuição de pressão plantar provenientes da plataforma EMED. A metodologia experimental usada e os resultados obtidos são apresentados e discutidos nesta dissertação.

2. O Pé e a Patologia do Hallux Valgus

Atendendo a que este trabalho se direciona para pacientes com patologia do Hallux Valgus, é importante fazer-se o enquadramento sobre o pé, a classificação atribuídas aos diferentes tipos de pé e definir esta patologia em especial.

2.1. O Pé

O pé humano é uma estrutura mecânica multiarticular complexa, composta por ossos, articulações e tecidos moles, com um papel fundamental na função biomecânica dos membros inferiores. O pé tem como funções principais a sustentação do peso corporal, a locomoção e a capacidade de se mover de um lugar para outro mantendo o equilíbrio e a postura. O pé é habitualmente dividido em 3 áreas distintas Figura 1, cada uma com o seu conjunto de ossos: Antepé, Mediopé e Retropé. No total, o pé possui 26 ossos, 33 articulações, 107 ligamentos e 19 músculos e tendões. Como complemento identificam-se em alguns indivíduos 2 ossos extras, designados por sesamóides. Tal como se representa na Figura 1, o antepé é constituído pelos ossos das falanges e do metatarso, o mediopé e o retropé são constituídos pelos ossos do tarso.



Figura 1 - Divisão do Pé humano (<http://www.podologistajoana.pt>, s.d.)

2.2. Tipos de Pé

Este trabalho envolve a medição, registo e interpretação da pressão plantar, e por isso o comportamento do pé. Os diferentes tipos de pé podem ser divididos principalmente em quatro padrões: plano, cavo, valgo e varo, que se definem sucintamente.

2.2.1. Pé Plano

O pé plano também é vulgarmente conhecido por pé chato (Figura 2). Este tipo de pé é caracterizado pelo rebaixamento do seu arco longitudinal, em consequência da fásia plantar estar muito alongada ou a musculatura que a sustenta estar fragilizada (Pezzan P. A., 2009). Neste caso, os ossos do tarso perdem a conformação em arco e passam a formar uma linha reta. Isto resulta numa diminuição, entre outras, da capacidade de amortecimento (Santos, 2008).

2.2.2. Pé Cavo

No pé cavo (Figura 2) há um encurtamento global do pé, com aumento da curvatura do arco plantar. Esse aumento dá-se quando a fásia ou a musculatura estão tensas ou encurtadas (Pezzan P. A., 2009). O aumento acentuado da curvatura pode impossibilitar que a parte média da planta do pé entre em contacto com o solo (Santos, 2008).



Figura 2 - Pé plano (esquerda) e pé cavo (direita). (Pés Sem Dor, 2015).

2.2.3. Pé Varo

O pé varo (Figura 3), também designado como pé invertido, representa-se pela alteração da posição do pé em que a região plantar fica voltada para dentro e para trás, e a parte dorsal para fora e para frente. O pé passa a estar na sua maioria apoiado na parte lateral (Facchini, 2015).



Figura 3 - Pé varo.

2.2.4. Pé Valgo

O pé valgo, representado na Figura 4, é também designado como pé pronado. É caracterizado pela abdução do antepé e abaixamento da borda medial do pé, ou seja, os calcanhares assumem uma inclinação para fora e os tornozelos uma inclinação para dentro (Facchini, 2015).



Figura 4 - Pé valgo (Orthotic, 2015).

2.3. O Hallux Valgus

A deformação por Hallux Valgus, mais conhecida por joanete, caracteriza-se por um desvio lateral da falange proximal na cabeça do metatarso. Esta deformação, representada esquematicamente na Figura 5 ocorre predominantemente em mulheres, sendo cerca de dez vezes superior em relação aos homens (Chapman, 2001). Na Figura 6 são apresentadas fotografias de alguns dos pés analisados neste trabalho.

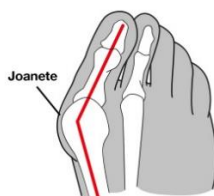


Figura 5 - Pé com Hallux Valgus ((Pés sem dor, 2015)



Figura 6 – Pés analisados neste trabalho.

As causas mais comuns do “joanete” estão relacionadas com o tipo de calçado usado, a biomecânica do pé e as características genéticas, podendo ser particularizado do seguinte modo:

- Calçados inadequados, principalmente os de bico fino, que forçam o dedo Hallux para cima dos outros dedos Figura 7;



Figura 7 - Calçado inadequado vs Calçado adequado

- Histórico de “joanetes” na família;
- Configuração terminal do pé (Figura 8), sendo o grego e egípcio os mais vulneráveis;

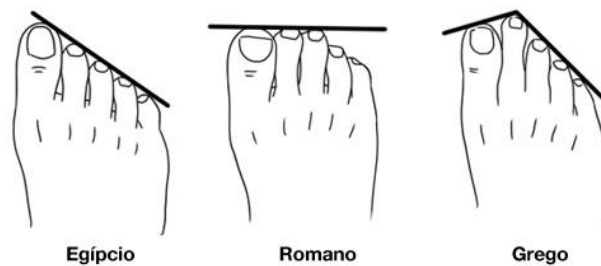


Figura 8 – Configuração terminal do pé

- Pé plano e pronação excessiva: é o caso das pessoas que assentam mais o pé para dentro. Esse tipo de pisada força o dedo grande sobre o chão a cada passo, fazendo com que este seja lançado ainda mais para fora e para cima dos outros dedos;
- Doenças reumáticas, como por exemplo a artrite, a artrose e a gota.

3. Distribuição da Pressão Plantar

3.1. Introdução

O pé humano é a única parte do corpo que contacta de modo permanente com uma superfície externa, proporcionando apoio, equilíbrio e estabilização do corpo durante a marcha (Abboud R. , 2002). Ao criar uma interação estável com o meio externo é permanentemente solicitado por várias forças interativas que condicionam a sua funcionalidade. Estas forças podem promover a produção de movimentos anormais e desenvolver, naturalmente, alterações no modo como é distribuída a pressão ao nível da superfície plantar (Abboud R. , 2002). De facto, modificações na distribuição das forças sobre o pé podem levar ao aparecimento sucessivo de diferentes patologias e deformidades plantares como exemplo a artrite reumatoide, o pé diabético, a doença de Charcot-Marie-Tooth ou a paramiloidose, alguns dos tipos de patologias que afetam a dinâmica do pé. Importa referir que nem sempre as zonas de maior pressão correspondem às áreas onde o paciente sente maior dor. Em termos naturais, quando o paciente altera o seu padrão normal de marcha tende a proteger a área com dor, alterando por isso o seu padrão de marcha (Abboud R. J., 2000).

Em termos científicos, têm vindo a ser desenvolvidos diversos estudos sobre o pé com o objetivo de implementar metodologias que impeçam o aparecimento de alterações na distribuição plantar e que comprometam a atividade quotidiana. A primeira experiência documentada da análise da distribuição da pressão plantar foi concretizada em 1882 por Beeley (Elftman, 1934). Na sua pesquisa, Beeley desenvolveu uma técnica em que os indivíduos descalços era colocados em cima de um saco com gesso. Para Beeley quanto mais profunda fosse a impressão deixada, maior seria a pressão tolerada. Porém, a impressão retida no gesso apenas gravava a forma do pé e não a sua pressão.

Têm vindo desde então a desenvolver-se e a aperfeiçoar-se diversas técnicas e equipamentos que permitem uma investigação da distribuição da pressão plantar de modo mais objetivo. A análise da pressão plantar tornou-se uma ferramenta importante em diferentes áreas, com destaque para o domínio da saúde. O estudo da pressão plantar permite investigar patologias associadas a patologias e deformidades do pé. São diversos os estudos envolvendo este

domínio, como por exemplo (Abboud R. J., 2000) que comparou a pressão plantar de pacientes diabéticos e não diabéticos, sugerindo que a disfunção muscular dos membros inferiores é responsável por uma distribuição anormal da pressão plantar e ulceração do pé em pacientes diabéticos. Complementarmente, um domínio importante de estudo envolve a postura corporal, que também pode ser estudada a partir da análise da pressão plantar. Por exemplo a observação da variação do centro de pressão obtida a partir do registo da distribuição da pressão plantar (Abrantes, 2011) permite estudar a instabilidade em pacientes com esclerose múltipla. Outro estudo, de (Orlin & McPoil, 2000) envolveu a influência da distribuição da pressão plantar no controlo postural de pacientes com ou sem patologias associadas.

A investigação da distribuição da pressão plantar tornou-se fundamental na análise do pé humano e o seu estudo é naturalmente uma contribuição para o melhoramento da qualidade de vida do ser humano. Permite não só aprofundar o saber sobre a estrutura e função do pé, como igualmente efetuar um diagnóstico que proporcione o desenvolvimento de novos métodos de prevenção e tratamento das diferentes patologias e deformidades associadas ao pé.

3.2. Sistemas de Medição da Pressão Plantar

O mercado disponibiliza uma larga variedade de sistemas mecânicos para análise da marcha. Estes sistemas podem ser classificados de acordo com os parâmetros a medir e a técnica a utilizar. Os sistemas de monitorização do movimento humano registam em tempo real dados que representam dinamicamente a postura do corpo humano (ou parte dele). Os sistemas de monitorização podem ser classificados como não-visuais, baseados na visão ou uma combinação de ambos (Zhou & Hu, A, 2004).

Apesar de existirem sistemas mais complexos baseados em imagens captadas por câmaras de alta velocidade, as técnicas mais comuns passam pelo recurso a plataformas de medição da pressão plantar ou palmilhas de pressão. Este tipo de tecnologia recorre a sensores capacitivos embebidos e distribuídos nas zonas de medição. As palmilhas têm a vantagem de não limitarem a área em estudo e possibilitarem a medição direta entre o pé e o tipo de calçado, assim como a recolha de dados em ambiente não laboratorial. Contudo, apresentam uma durabilidade menor e estão mais sujeitas a erros de medição (Orlin & McPoil, 2000).

A partir dos registos da pressão plantar podem ser calculados diversos parâmetros úteis à análise clínica das pressões plantares, destacando-se: centro de pressão, picos de pressão, força reativa vertical, tempos de contacto, instantes a que ocorrem eventos com relevância clínica e áreas de contato. A importância e interpretação de cada um dos parâmetros dependem do problema clínico em análise (Gilman, 1995).

Neste estudo utilizam-se dois sistemas de medição de pressão plantar, ambos da marca Novel, sendo um baseado numa plataforma fixa com sensores que permitem a identificação da pressão e outro baseado em palmilhas com sensores que permitem a identificação da pressão entre o pé e o sapato.

A plataforma fixa consiste num sistema eletrónico com sensores incorporados capazes de registar a distribuição da pressão plantar em situação estática ou dinâmica. A plataforma é conectada a um computador que faz o registo dos dados, armazenando-os e permitindo alguma análise através de *software* específico. Quando o pé entra em contacto com a plataforma o computador inicia o registo da força de pressão originada durante a marcha, o tempo de duração e a localização dos sensores solicitados (Rosebaum and Becker 1997; Orlin and McPoil 2000; Castro 2007; Castro 2010).

O sistema de medição baseado em palmilhas é constituído por um sistema portátil e flexível, capaz de se ajustar à morfologia do pé e monitorizar as cargas locais entre este e o sapato nas diferentes atividades do quotidiano (Becker & Rosebaum, 1997); (Castro, (2007)). Estes dispositivos são usualmente constituídos por sensores de matriz sob a forma de palmilha, a colocar no interior do sapato do paciente. A unidade de controlo e armazenamento é habitualmente constituída por um amplificador de sinal e um sistema de comunicação e gravação, embutidos num cinto colocado à cintura do paciente (Martinez-Nova, Cuevas-García et al. 2007).

3.3. Parâmetros Associados ao Estudo da Pressão Plantar

Descrevem-se agora, de modo sucinto, os principais parâmetros associados ao estudo da pressão plantar, nomeadamente: os picos de pressão, ou seja, os valores máximos de pressão registados em cada sensor; a curva do pico de pressão, que mostra as pressões máximas assinaladas no

decorrer do período de medição sob forma de gráfico cartesiano; os integrais de pressão-tempo, igualmente apontados por impulsos correspondentes à área restringida pelos gráficos da pressão versus tempo; o centro de pressão, centro do vetor da força vertical de reação ao solo; e a área de contacto correspondente à dimensão da região de contacto presente entre a superfície plantar do pé e os sensores da plataforma. Estes parâmetros são considerados os mais relevantes em termos de avaliação biomecânica (Orlin & McPoil, 2000).

3.3.1. Pico de Pressão

O pico de pressão (*PP*) pode ser definido como o maior valor de pressão obtido durante uma medição (Shu, 2010). É descrito por

$$PP = \max(P_1 \dots P_n) \quad (1)$$

onde P_i representa a pressão medida no sensor i .

A identificação dos picos de pressão permite obter dados fundamentais para o diagnóstico, prevenção e o adequado tratamento de diferentes patologias e malformações plantares.

Num pé adulto, a pressão plantar varia de região para região. Normalmente a pressão na zona do médio-pé assume valores menores dos correspondentes ao calcanhar ou aos metatarsos. Tipicamente, num pé adulto, o valor do pico de pressão no calcanhar e nas regiões dos metatarsos varia usualmente entre 350kPa e os 400 kPa, enquanto na região do médio pé está entre os 57 kPa e os 73 kPa (Urry, 2001).

A ocorrência de valores de pressão acima dos 700 kPa ou 1500 kPa pode provocar lesões irreversíveis (Melai, 2011). No entanto, quando tais valores transpõem o patamar dos 4000 kPa dá-se por regra a ocorrência de lesões diretas sob a pele, o que faz com que o pico de pressão seja uma variável identificadora da possibilidade do aparecimento de traumas na superfície plantar (Mueller, 2005).

Tendo em conta que os valores elevados de pico de pressão estão normalmente associados a lesões dos tecidos moles, a importância de controlar estes valores assume elevada importância de modo a antecipar o aparecimento de úlceras plantares (Actis, 2008), determinante em

pacientes com patologias do pé, em especial o pé diabético. De modo a promover um decréscimo da pressão plantar, têm vindo a ser desenvolvidos diferentes dispositivos biomecânicos, como por exemplo os sapatos pós-operatórios e as botas imobilizadoras Figura 7, os moldes de contacto total, as palmilhas, entre outros (Deleu, 2010).



Figura 9 - Sapato pós-operatório à esquerda (Aveimedica, 2015) e Bota imobilizadora à direita (Americanas, 2015)

O estudo do pico de pressão tem sido também utilizado como base de análise e estudo em alguns tratamentos cirúrgicos. Por exemplo, (Rouhani, 2011) recorreu à análise da pressão plantar, e em particular do pico de pressão gerado durante a caminhada para verificar o grau de eficácia do tratamento cirúrgico da osteoartrite do tornozelo.

3.3.2. Curva do Pico de Pressão

A curva do pico de pressão (CPP) mostra as pressões máximas registadas ao longo de um período de medição, tal como se pode visualizar na Figura 10, onde o eixo horizontal (x) representa o tempo da medição, que corresponde ao tempo de carga, e o eixo vertical (y) mostra a pressão plantar máxima instantânea em unidades absolutas de pressão (Giacomozzi C. , 2011). Da análise à curva é possível determinar o valor do pico de pressão que corresponde ao máximo da curva, e assim calcular o impulso, descrito no ponto seguinte. A curva do pico de pressão é entendida como um parâmetro de medição no estudo da pressão plantar (Giacomozzi C. , 2011), permitindo qualificar os pacientes com patologias do pé.

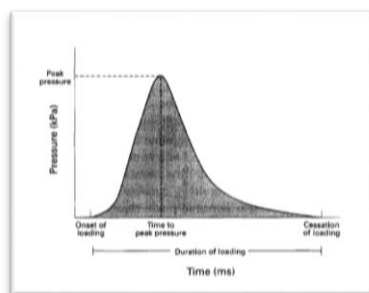


Figura 10 - Curva típica do pico de pressão num sensor (retirado de (Rosebaum D. & H. P. Becker, 1997))

3.3.3. Impulso ou Integral Pressão-Tempo

O integral de pressão-tempo ou impulso considera a área no interior da curva do pico de pressão. O seu cálculo é feito através do somatório do produto das pressões instantâneas (PP_i) pelo intervalo de amostragem (Δt) (Melai, 2011), (Keijsers, 2009).

$$PTI = \sum PP_i \times \Delta t \quad (2)$$

Em termos práticos, o integral pressão-tempo representa o efeito cumulativo da pressão ao longo do tempo numa determinada zona do pé, permitindo obter o valor da carga total no período de tempo cuja superfície plantar se encontra em contacto com o solo (Melai, 2011). Diversos estudos têm considerado este parâmetro como base de avaliação, como por exemplo (Burns, 2005) que registou diferenças entre indivíduos com pé cavo (elevado integral) e indivíduos com pé normal.

3.3.4. Área de Contacto

A área de contacto é também um parâmetro importante no estudo da distribuição da pressão plantar, que pode ser calculado pela soma da área dos sensores solicitados dentro de determinada região (Filippin, 2007).

3.3.5. Centro de Pressão

O centro de pressão (COP) pode ser definido como o ponto de aplicação do vetor da força vertical de reação ao solo. Em termos práticos, reflete uma média ponderada da pressão total sobre a superfície em contacto com o solo (Winter, 1995). Em marcha normal e não patológica, o COP assume uma trajetória padrão (Figura 11) na qual o peso do corpo é deslocado no início do tálus para o calcâneo, depois movimenta-se em direção à região do mediopé, posteriormente cruza por cima das cabeças dos metatarsos para o lado interno do pé e finalmente termina na região entre o dedo grande e o segundo dedo (Chang, 2004).

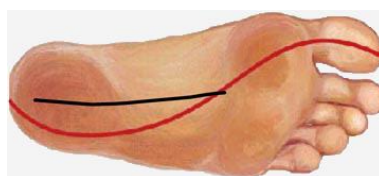


Figura 11 - Trajetória do Centro de Pressão representada a cor vermelho (Supply, Phoenix Surgical)

A linha do COP é obtida pelas sucessivas posições do ponto, que se desloca tanto no plano sagital, no sentido anterior-posterior, como no plano frontal, no sentido medial-lateral. Os deslocamentos do COP no sentido medial-lateral são normalmente definidos tendo em conta o eixo transversal e os deslocamentos no sentido anterior-posterior têm como referência o eixo longitudinal do pé, também conhecido por linha de bissecção do pé, que se inicia a meio do calcanhar e se estende até ao centro do segundo dedo (De Cock, 2008) Figura 12.

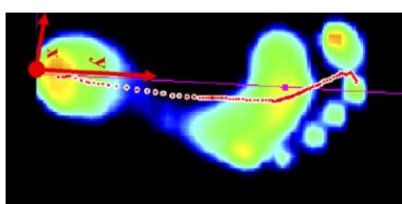


Figura 12 - Trajetória do COP e o eixo longitudinal do pé (De Cock, 2008).

De acordo com o estudo de (Nawata, 2005), a quantificação do posicionamento do centro de pressão numa impressão do pé pode ser estudada através do índice de pronação-supinação, normalmente calculado para intervalos de apoio, tal como se representa na Figura 13.

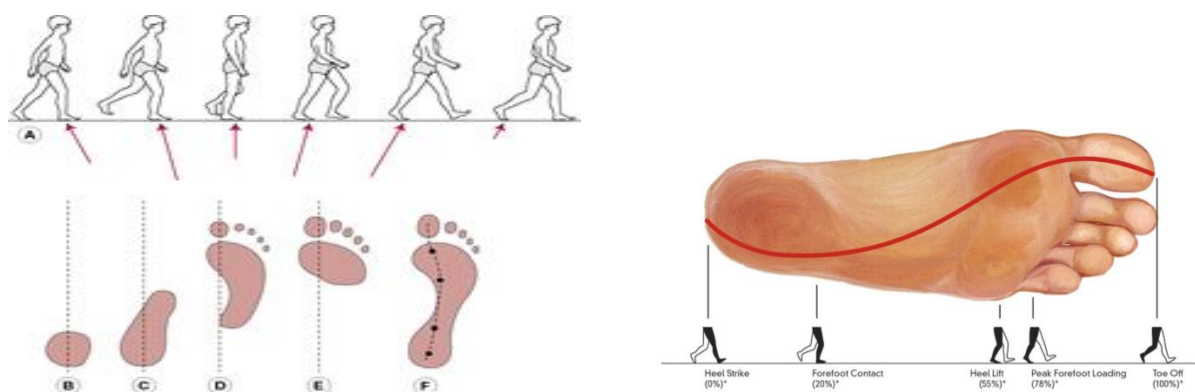


Figura 13 - Intervalos do período ou fase de apoio (Biomechanics, 2015).

O índice de pronação-supinação e o ângulo de progressão do pé podem ser calculados a partir da representação da Figura 14.

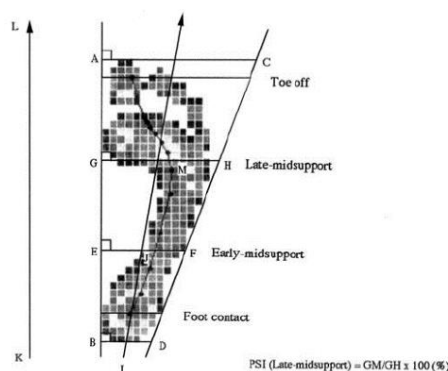


Figura 14 - Cálculo do índice de pronação-supinação e o ângulo de progressão do pé (Nawata, 2005).

O pé considera-se pronado quando o COP é medial ao eixo da articulação subtalar e supinado sempre que o COP é lateral ao eixo, Figura 15. As alterações nos valores padrão deste índice induzem uma posição inadequada do pé.

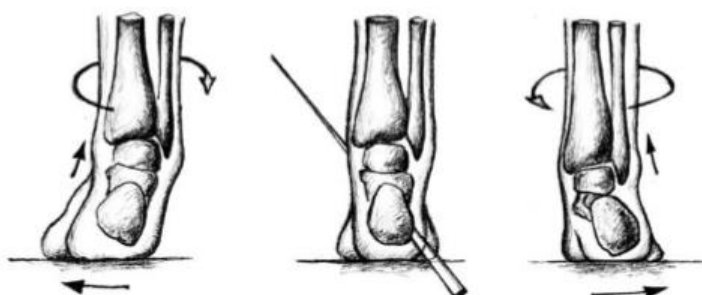


Figura 15 - Pé supinado á esquerda, no centro posição neutra e á direita pronado (Biomechanics, 2015).

As coordenadas do COP podem ser identificadas durante todo o período de medição a partir de (Chesnin, 2000)

$$x_{COP} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i A_i} \quad y_{COP} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i y_i}{\sum_{i=1}^n P_i A_i} \quad (3)$$

com

x_{COP} – Posição instantânea do COP em x; y_{COP} – Posição instantânea do COP em y; P_i – Pressão medida pelo sensor i; A_i – Área do sensor i; X_i – Coordenada x da posição do sensor i; Y_i – Coordenada y da posição do sensor i; n – Número de sensores.

3.3.6. Índice do Arco Plantar

O pé deve ter a capacidade de se ajustar às superfícies de apoio com que estabelece contacto e definir uma conformação que preserve a sua função. Essa conformação é alcançada graças aos arcos plantares que, devido às suas particularidades, absorvem e repartem as forças do corpo e sustentam as articulações ósseas do pé no apoio ou a movimentação sob diversas superfícies

O ajuste do pé às diversas superfícies de apoio está associado ao seu arco plantar, que pode ser do tipo transversal ou longitudinal (Abboud R. , 2002), (Drake, 2004). Os arcos transversais, ilustrados na Figura 16, evidenciam uma curva convexa no sentido do dorso sempre que se olha para a superfície plantar do pé. Estas estruturas tendem a modificar a sua conformação, achatando-se segundo vários graus durante a sustentação do peso (Abboud 2002). Os arcos longitudinais identificam-se entre a terminação posterior do calcâneo e as cabeças dos metatarsos. Tipicamente o arco longitudinal do lado medial é superior ao do lado lateral (Figura 16) (Drake, 2004).

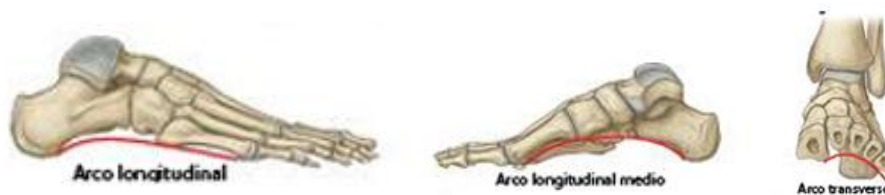


Figura 16 - Arco transversal e longitudinal (Conforpié, 2015).

Os arcos plantares têm capacidade de ajuste mantendo a sua integridade. As modificações que possam ocorrer nestas estruturas podem conduzir a ajustes plantares, que em termos de registo de pressão plantar se podem identificar de acordo com a Figura 17, onde se destacam o pé chato e o pé cavo. O pé chato é caracterizado por um rebaixamento do arco longitudinal do pé, normalmente motivada por uma fásia plantar muito alongada e/ou fragilidade do tecido muscular que a suporta. O Pé cavo caracteriza-se pelo encurtamento do pé por incremento da curvatura do arco plantar. Surge quando a fásia e/ou a musculatura estão tensas e/ou encurtadas (Pezzan P. A., 2009).

Têm vindo a ser utilizados diferentes índices que permitem qualificar e quantificar o arco plantar. O Índice do Arco Plantar (AI) é usado para quantificar a altura relativa do arco plantar (Jonely, 2011). O seu estudo permite estudar a função dinâmica do pé, direcionar intervenções clínicas e registar comparações entre indivíduos através da normalização da altura do arco dorsal pelo comprimento do pé (Teyhen, 2009).

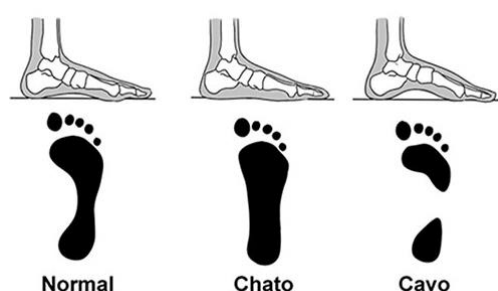


Figura 17 - Pé Normal, Chato e Cavo (Pés Sem Dor, 2015)

O cálculo do AI inicia-se com a divisão do pé em três regiões, tal como ilustra a Figura 18 – regiões A, B e C. Define-se em primeiro lugar o eixo do pé, representado na Figura 18 pela linha I-K. Posteriormente determina-se o comprimento do pé (Figura 18 linha L) sem incluir a região dos dedos. Finalmente procede-se à divisão do pé em três regiões proporcionais (Billis, 2007).

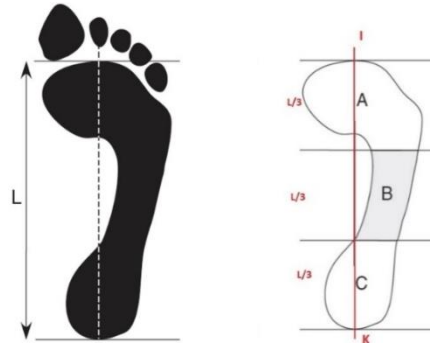


Figura 18 - Divisão do pé em regiões. (George S Murley, Hylton B Menz, & Karl B Land, 2009).

Após a divisão do pé em regiões, o Índice do arco plantar AI pode ser determinado de acordo com

$$AI = \frac{\text{Área de Contacto da Região } (B)}{\text{Área de Contacto da Região } (A + B + C)} \quad (4)$$

Em concordância com o valor do AI é possível categorizar o tipo de arco plantar (Filoni, 2009), nomeadamente:

- $AI < 0.21$ - Arco plantar elevado;
- $0.21 \leq AI \leq 0.26$ - Arco plantar normal;
- $AI > 0.26$ - Arco plantar reduzido.

3.3.7. Índice do Arco Plantar Modificado

O Índice do Arco Plantar Modificado (MAI) é calculado de modo semelhante ao do índice do arco plantar (Oliveira F. P., 2011b). O pé é dividido nas mesmas regiões, contudo em vez de se calcular a razão entre as respetivas áreas de contacto é computada a razão entre a soma das pressões apresentadas nas três regiões, de acordo com regiões (Chu, 1995)

$$MAI = \frac{\sum_{i \in B} P_i}{\sum_{i \in (A \cup B \cup C)} P_i} \quad (5)$$

Onde A , B e C representa as regiões do pé depois de divididas e P_i representa a pressão no sensor de medição da região B . Regra geral o índice do arco plantar modificado qualifica melhor o tipo de arco (Razeghi, 2002).

4. Metodologia Experimental

A componente experimental foi realizada no Hospital Distrital da Figueira da Foz. Os participantes no estudo foram submetidos a uma sessão de familiarização que consistiu numa explicação prévia dos objetivos, assim como dos procedimentos experimentais a efetuar. Todos os indivíduos envolvidos participaram voluntariamente e deram verbalmente e por escrito o seu consentimento informado relativamente ao estudo em causa, supervisionado pela equipa médica parceira deste trabalho.

A amostra considerada na recolha de dados é constituída por 16 indivíduos, todos do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 18 anos e os 70 anos, e massa corporal entre os 58.5 kg e os 75.0 kg. De modo a preservar a identidade dos voluntários, são identificados como Paciente ID, com identificação através de número.

4.1. Instrumentos

4.1.1. Plataforma de Pressões Emed

O estudo considera o registo da pressão plantar dinâmica, obtido através de uma plataforma de pressões da marca Novel, modelo emed® - a50 (Figura 19). Este equipamento tem as seguintes características:

- Dimensões (mm): 610×323×18;
- Área com sensores (mm): 389×226;
- Número de sensores: 1760;
- Resolução (nº de sensores/cm²): 2;
- Frequência de amostra (Hz): 100;
- Gama de pressões (kPa): 10-1.270;
- Precisão (%ZAS): ±7.

Para além da plataforma, foi utilizado um computador portátil com o software específico da Emed® para a respetiva aquisição e armazenamento dos dados.



Figura 19 - Plataforma de pressões, Emed® ((Novel.de Alemanha, 2015)

4.1.2. Sistema Baseado em Palmilhas - Pedar

Neste trabalho utilizou-se também o sistema de registo da pressão plantar baseado em palmilhas, com a referência Pedar, da marca Novel, que se pode visualizar na Figura 20. Este sistema permite a aquisição de dados por cabo, com registo em cartão de memória ou por bluetooth para um computador.



Figura 20 - Sistema Pedar® (Novel.de, Alemanha): funcionamento sem fios (adaptado de (Novel.de 2011)).

A palmilha pode ser escolhida em função do tamanho do individuo onde se precede à aquisição de dados. As características das palmilhas são as seguintes:

- Espessura dos sensores (mm): 1.9;
- Número de sensores: 84 – 99
- Gama de registo (kPa): 15 - 600
- Histerese (%): <7
- Resolução (kPa): 2.5

4.2. Protocolo de Aquisição de Dados

A recolha de dados envolveu em primeiro lugar a utilização da plataforma de pressões e posteriormente o sistema Pedar. Para a plataforma de pressões, antes de se iniciar a recolha dos dados, foi solicitado aos voluntários que caminhassem livremente sobre o sistema de medição até que se sentissem confortáveis perante as condições experimentais. Para dar início à recolha, começou-se por instruir o indivíduo a descalçar-se e a caminhar ao longo da passadeira, colocando apenas um pé sob a plataforma de pressões, tal como ilustra a Figura 21, onde se apresenta um exemplo de aquisição. Segundo (Burnfield & C. D. Few, 2004) a velocidade influencia a distribuição da pressão plantar. Assim, foi solicitado aos indivíduos que adotassem a sua velocidade normal de marcha, olhando em frente enquanto caminhavam para que os seus padrões normais não fossem alterados.

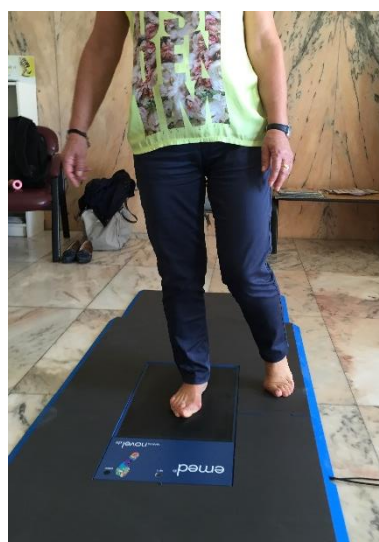


Figura 21 – Visualização de um momento de uma aquisição na plataforma EMED.

Uma medição é uma sequência temporal de imagens representativas da distribuição da pressão plantar durante o contacto do pé com a plataforma. Para assegurar representações fiáveis do padrão da distribuição uma única medição não é suficiente. Segundo diversos estudos devem ser efetuadas entre três a cinco medições (Hughes J. , L. Pratt, K. Linge, & et al, 1991) (Gurney, U. G. Kersting , & D. Rosenbaum, 2008). Assim, para cada indivíduo foram registadas dez medições, cinco para o pé direito e cinco para o pé esquerdo.

No caso do registo através das palmilhas de pressão, foi explicado aos voluntários o princípio de funcionamento do sistema e a razão de se colocar o cinto com os dispositivos. Assim, depois de identificar o tamanho de palmilha adequado para o voluntário, o sistema foi calibrado para essa palmilha, através de cartão de memória com dados de calibração. De seguida, o voluntário foi convidado a caminhar com o dispositivo colocado de modo a familiarizar-se com a palmilha. Só posteriormente, e após a ambientação se procedeu á recolha dos dados. Tendo em conta que neste procedimento se recolhe a informação da distribuição da pressão nas duas palmilhas, foi definido como protocolo de aquisição um percurso de 10 metros em linha reta (10 MWT – ten meter walk test). A Figura 22 mostra um exemplo de aquisição com uma das voluntárias.



Figura 22 – Visualização de um momento de aquisição com o sistema Pedar.

4.3. Registo e Pré-análise dos dados

4.3.1. Plataforma EMED

O procedimento de registo e pré-análise de dados, após a devida instrução dos voluntários, segue o alinhamento que se ilustra na Figura 23.

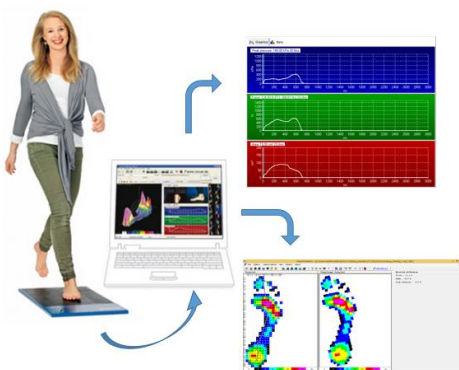


Figura 23 - Procedimento na recolha e aplicação dos dados para análise.

A cada passagem na plataforma corresponde uma medição, que é registada e pode ser analisada no software EMED. O layout deste software, que pode ser visualizado na Figura 24, permite obter os seguintes parâmetros:

- MVP - Valores de Pressão média;
- MPP - Valores de Pico de pressão;
- COP - Linha com as Coordenadas do Centro de Pressão;
- F - Valores da Força (Force);
- A - Valores da Área de Assentamento;
- dA/dt - Taxa de variação da Área de Assentamento no tempo;
- dF/dt - Impulso.

O software permite também visualizar dinamicamente a distribuição da pressão plantar em cada momento da passada, correspondente a uma imagem de aquisição. A aquisição de dados foi feita a 100 Hz.

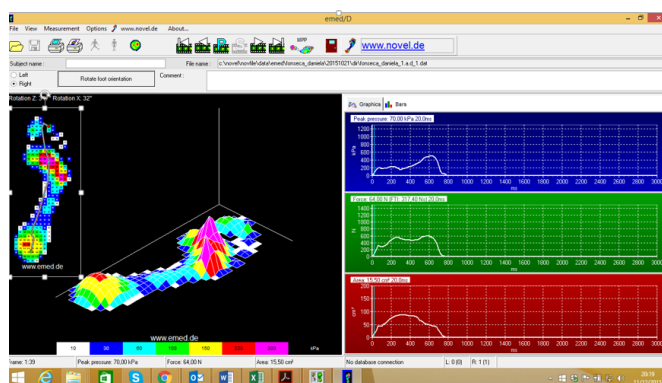


Figura 24 - Layout do software da plataforma de pressões Emed®

A análise feita via software pode apenas ser feita para cada passagem, ou seja, uma sequência de imagens correspondente a uma passada. Ora, nada garante que na passada seguinte as condições e resultados seja igual. Tal como referido atrás, devem ser consideradas entre três a cinco medições, que obriga a tratar cada uma adequadamente e de modo isolado. A melhor forma de proceder a um tratamento adequado consiste em analisar os dados a partir das várias imagens de cada passagem. Isto obriga a proceder ao seu alinhamento. De facto, a plataforma EMED tem 1760 sensores, o que quer dizer que numa primeira passagem o paciente pode pisar num determinado local da plataforma, mas numa segunda ou posteriores passagens pode passar numa outra posição da plataforma. Ou seja, os sensores que registam leituras nunca são os mesmos. Tendo em conta esta limitação do software EMED, e para garantir o tratamento adequado dum grupo de imagens, foi desenvolvido no Laboratório de Biomecânica do ISEC um algoritmo de classificação que trabalha diretamente a partir dum grupo de imagens pedobarográficas provenientes da plataforma EMED e que se descreve no capítulo seguinte. Este algoritmo, que permite obter um conjunto de dados médios a partir de qualquer número de imagens, obriga a que as imagens estejam todas dimensionadas e alinhadas para o mesmo número de pixéis. Deste modo, para cada passagem é efetuado um tratamento na imagem com recurso ao software EMED que permite homogeneizar cada imagem para uma dimensão de 137 x 55 pixéis. Este passo é determinante para o sucesso no tratamento dos dados. Na Figura 25 pode-se visualizar comparativamente a imagem original e a transformada.

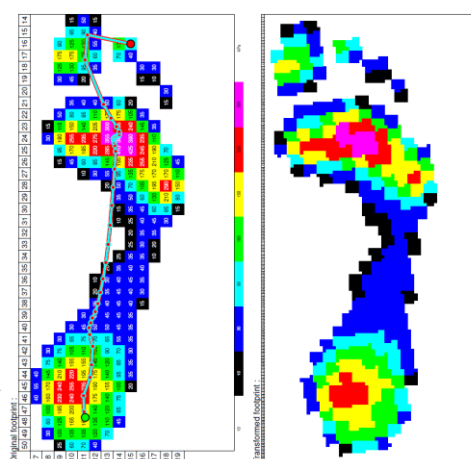


Figura 25 - Imagem original (esquerda) e transformada (direita).

4.3.2. Sistema PEDAR

O procedimento de registo e pós processamento dos dados através do sistema Pedar, por ser dinâmica e recolher um conjunto de passos, não tem as limitações descritas para o EMED. Contudo, o número de sensores é bastante inferior ao do EMED.

O layout deste software, que pode ser visualizado na Figura 26, permite obter o mesmo tipo de parâmetros que o EMED, mas com uma visualização dinâmica dado que procede ao registo de vários passos. Além disso permite identificar no tempo a totalidade do passo e não apenas a fase de contacto. Tal como se pode verificar na figura, os vários gráficos e mapas de pressão podem ser visualizados e ampliados. O sistema permite ainda proceder ao recorte de passos e estudo passo a passo.

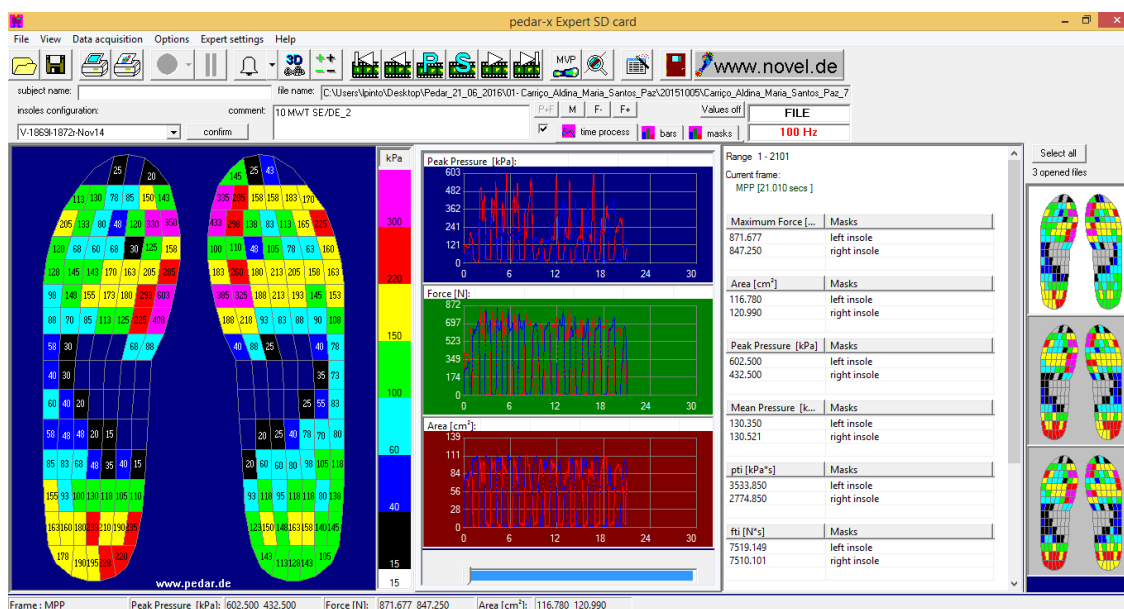


Figura 26 - Layout do software do sistema Pedar

5. Descrição do Algoritmo PEDOBAR

Neste capítulo são descritos os princípios do algoritmo PEDOBAR, desenvolvido no Laboratório de Biomecânica Aplicada e que permite a avaliação pedobarográfica a partir de imagens da pressão plantar. Este algoritmo, implementado em linguagem Matlab, trabalha a partir de ficheiros de imagens normalizadas provenientes do software EMED (em formato lst) e que contêm em cada imagem os dados atrás referidos, nomeadamente: MVP; MPP; COP; F; A; dA/dt e dF/dt .

A Figura 27 mostra a interface do algoritmo PEDOBAR onde se podem distinguir duas vertentes de análise, a identificação de um conjunto de parâmetros a partir das imagens de base e a comparação de dados de força, impulso e área de assentamento do pé.

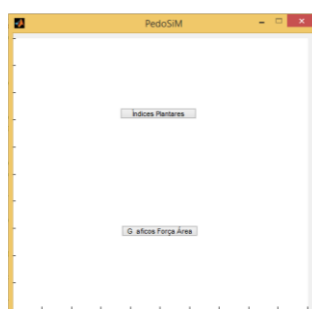


Figura 27 – Interface do algoritmo PEDOBAR.

Na identificação do conjunto de parâmetros representativos da marcha, o algoritmo funciona a partir de um conjunto de imagens escalonadas, que traduzem a pressão plantar média. Estas imagens estão centradas e ordenadas numa região retangular transformada a partir do EMED, com uma dimensão de 137 x 55 pixéis.

A título de exemplo, na Figura 28 apresenta-se um conjunto de 4 imagens correspondentes a 4 aquisições do pé direito do mesmo voluntário. Tal como se pode identificar, estas imagens, apesar de semelhantes, são todas diferentes, o que ilustra a importância da utilização do algoritmo PEDOBAR neste trabalho.

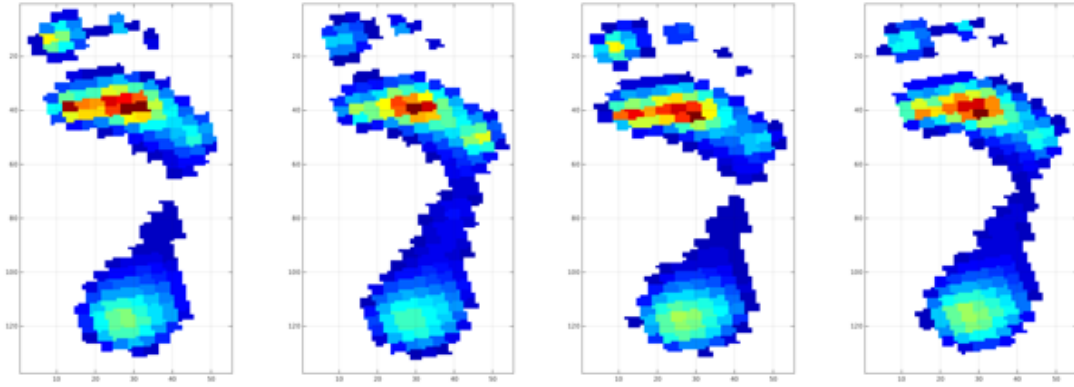


Figura 28 - Distribuição da pressão plantar em 4 aquisições do mesmo paciente.

Considere-se a região retangular da figura proveniente do software EMED, com 137 x 55 pixéis. O pixel médio P_M da região x,y pode ser obtido a partir de

$$P_M(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P(x, y)_i \quad (6)$$

Onde $P_M(x, y)$ representa o pixel (x, y) da imagem média, $P(x, y)_i$ representa o pixel (x, y) da imagem i e n representa o número de imagens.

A Figura 29 mostra a imagem média em bruto, definida no algoritmo por IMB, obtida a partir das 4 imagens da Figura 28.

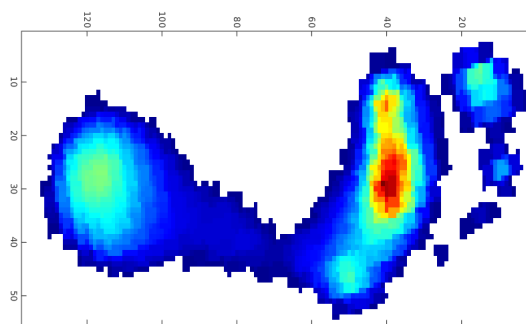


Figura 29 - Imagem média em bruto - IMB obtida a partir de 4 imagens.

De modo a suavizar os contornos da imagem média, é aplicado um filtro Gaussiano, que transforma a imagem na que se representa na Figura 30.

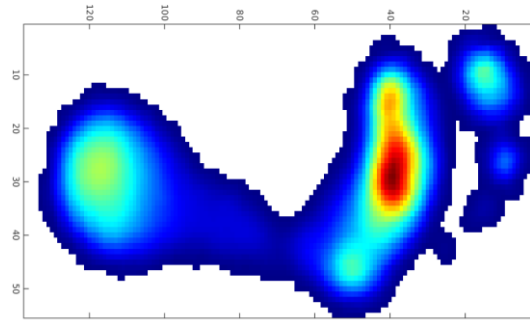


Figura 30 - Imagem média após aplicação do filtro Gaussiano.

Apesar de ficar suavizada, a imagem necessita ainda de ser filtrada de modo a rejeitar valores de pressão reduzida, que possam corresponder a erros nos sensores e nos filtros aplicados. Normalmente, e de acordo com a bibliografia, diversos autores têm considerado valores abaixo de 10 kPa (Keijsers *et al.* 2009). Neste trabalho consideram-se valores inferiores a 3 kPa, que são definidos no algoritmo. A imagem da Figura 31 mostra a filtragem com estes valores.

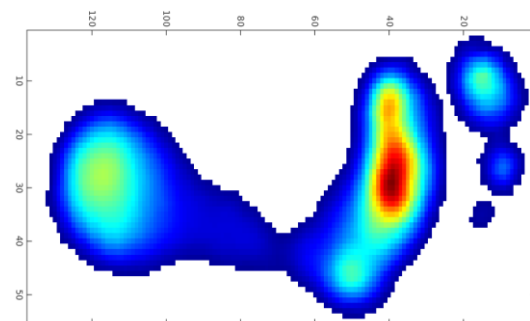


Figura 31 - Imagem filtrada a 3 kPa

Uma das etapas importantes do algoritmo passa por detetar de modo automático o tipo de pé a que corresponde a imagem. Como metodologia, em primeiro lugar é determinada a bissetriz do pé. O algoritmo percorre então a imagem, perpendicularmente a essa bissetriz e determina os quatros pontos mais afastados, designados por $P_i(x_{i-1}, y_{i-1})$ $i = 1, 4$ tal como se representa na Figura 32.

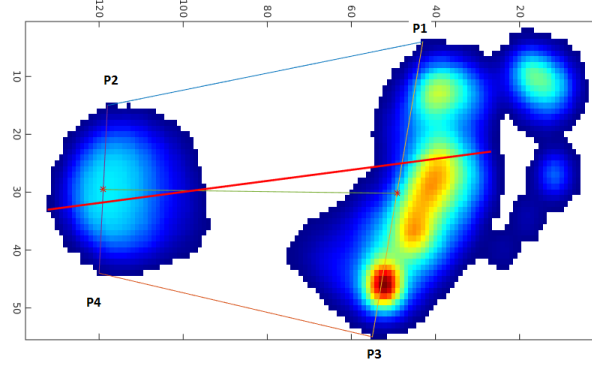


Figura 32 - Bissetriz do pé com identificação dos pontos tangentes

As distâncias euclidianas entre os pontos, $\|P_1 - P_2\|$ e $\|P_3 - P_4\|$, podem ser obtidas a partir de

$$\|P_1 - P_2\| = \sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2} \quad (7)$$

$$\|P_3 - P_4\| = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2}. \quad (8)$$

A comparação entre estas distâncias identifica o pé em estudo, classificando-o de acordo com:

$$\begin{aligned} \text{Pé Direito:} \quad & \|P_1 - P_2\| > \|P_3 - P_4\| \\ \text{Pé Esquerdo:} \quad & \|P_1 - P_2\| < \|P_3 - P_4\| \\ \text{Indeterminado:} \quad & \|P_1 - P_2\| = \|P_3 - P_4\| \end{aligned} \quad (9)$$

Complementarmente, esta identificação é verificada a partir do declive do segmento de reta $\overline{P_1P_3}$, definido como largura do peito do pé (LPP). Caso este declive seja negativo, o pé é identificado como direito. Caso contrário, será o esquerdo. Quando o declive é nulo nada se pode concluir. O segmento de reta $\overline{P_2P_4}$ é definido por largura do calcanhar do pé (LCP).

De seguida é gerada uma máscara para cada um dos pés, que irá servir para retirar da imagem as zonas correspondentes à pressão exercida pelos dedos do pé. Esta máscara é produzida a partir das imagens de vários voluntários constantes da base de dados, obtidas até à identificação do tipo de pé. O algoritmo segue a metodologia de Oliveira e Tavares (2011), sendo executada uma segmentação à sobreposição das várias imagens que contribuem para a máscara. Na Figura 33 identifica-se a imagem binarizada (esquerda) e a máscara que é gerada.



Figura 33 - Imagem binarizada e máscara gerada para retirar dedos dos pés.

Aplicando a máscara à imagem média em bruto (IMB), obtém-se outra correspondente à pressão plantar sem as componentes dos dedos do pé (Figura 34). Em termos práticos é multiplicada a máscara (binária) pelos valores correspondentes da pressão em cada pixel, obtendo-se assim uma imagem média em bruto sem dedos (IMB-Sd).

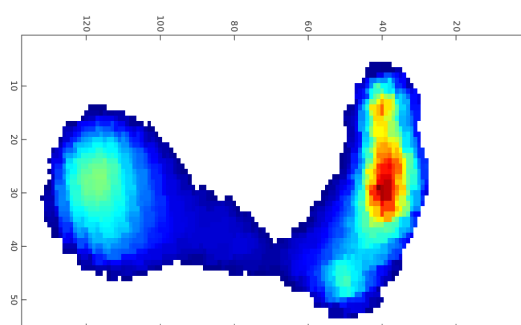


Figura 34 - Imagem média em bruto sem as zonas dos dedos dos pés.

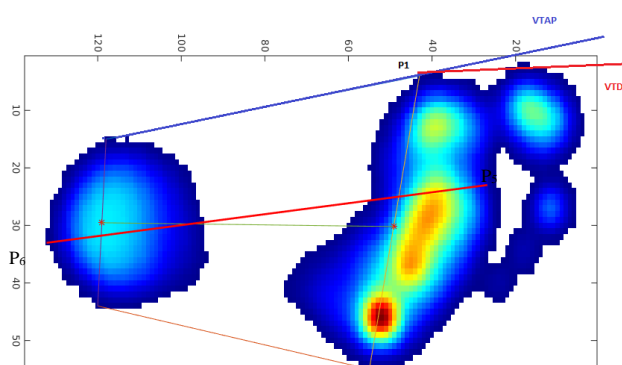


Figura 35 - Representação dos vetores VTDH e VTAP.

Na sequência, o algoritmo define dois vetores relevantes para a interpretação da imagem, nomeadamente o vetor da tangente ao arco do pé (VTAP) e o vetor da tangente ao dedo hallux (VTDH)

$$VTAP = \left[(x_0 - x_{tg}), (y_0 - y_{tg}) \right] \quad (10)$$

$$VTDH = \left[(x_0 - x_{dedo}), (y_0 - y_{dedo}) \right] \quad (11)$$

onde (x_{dedo}, y_{dedo}) corresponde ao ponto tangente ao dedo hallux que pertence ao vetor VTDH.

O produto interno destes dois vetores é dado por

$$VTAP \cdot VTDH = (x_0 - x_{tg})(x_0 - x_{dedo}) + (y_0 - y_{tg})(y_0 - y_{dedo}). \quad (12)$$

O ângulo de referência do dedo Hallux pode assim ser obtido a partir do produto interno dos dois vetores sobre o produto das suas normas, de acordo com

$$\alpha = \arccos \left(\frac{VTAP \cdot VTDH}{\|VTAP\| \|VTDH\|} \right) \quad (13)$$

O algoritmo calcula agora a distância entre os pontos mais afastados do pé (sem dedos) na direção longitudinal. Em primeiro lugar a imagem é filtrada com duas etapas a partir de um filtro Canny. Calcula-se a maior distância euclidiana na direção longitudinal (y), sendo retidas as coordenadas dos dois pontos extremos, $P_5(x_4, y_4)$ e $P_6(x_5, y_5)$. Atendendo a eventuais deformidades na distribuição plantar do pé, como por exemplo o pé cavo, podem surgir dados erróneos. Assim, o algoritmo recorre a uma estratégia de abordagem, que pode ser descrita do seguinte modo:

- Calcula-se o centróide, ou centróides da imagem;
- Caso exista apenas um centróide, a distância euclidiana é automaticamente calculada;
- Caso haja mais do que um centróide, o pé é cavo, havendo duas ou mais regiões definidas. Neste caso, usando os pontos P_i já conhecidos das tangentes, é artificialmente criada uma ROI (região de interesse), que é sobreposta ao pé sem dedos. Agora, já é

possível determinar a distância euclidiana máxima de modo correto. A Figura 36 ilustra o procedimento a usar.

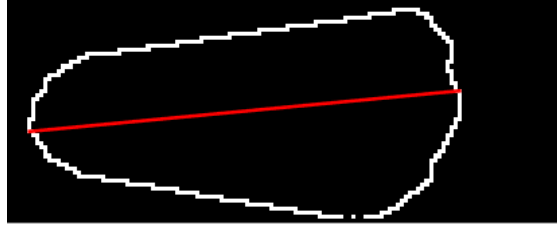


Figura 36 - Definição e uma ROI para determinar a distância euclidiana máxima.

O algoritmo pode agora determinar dois parâmetros de avaliação relevantes, o MAI - índice do arco plantar modificado e o AI - índice do arco plantar. Este procedimento é executado de acordo com Francisco Oliveira et al. (2011).

Refira-se que o MAI quantifica de forma adimensional a pressão plantar na zona do médio-pé relativamente a toda a região. Assim, o algoritmo considera uma divisão da imagem média em bruto sem dedos em três partes iguais, tal como se representou na Figura 18. Na Figura 37 identificam-se, além dos dois pontos extremos P_5 e P_6 , os pontos P_i , ($i = 7...14$), calculados de acordo com

$$\begin{array}{cc}
 P_7 \left(x_0, \frac{|y_5 - y_4|}{3} + y_4 \right) & P_9 \left(x_2, \frac{|y_5 - y_4|}{3} + y_4 \right) \\
 P_8 \left(x_0, \frac{2|y_5 - y_4|}{3} + y_4 \right) & P_{10} \left(x_2, \frac{2|y_5 - y_4|}{3} + y_4 \right) \\
 P_{11}(x_0, y_4) & P_{12}(x_2, y_4) \quad P_{13}(x_2, y_5) \quad P_{14}(x_0, y_5)
 \end{array} \tag{14}$$

Podem-se agora definir duas regiões de interesse, nomeadamente:

$$ROI(B) = \text{fronteira de } P_7, P_9, P_{10}, P_8 \tag{15}$$

$$ROI(A \cup B \cup C) = \text{fronteira de } P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14} \tag{16}$$

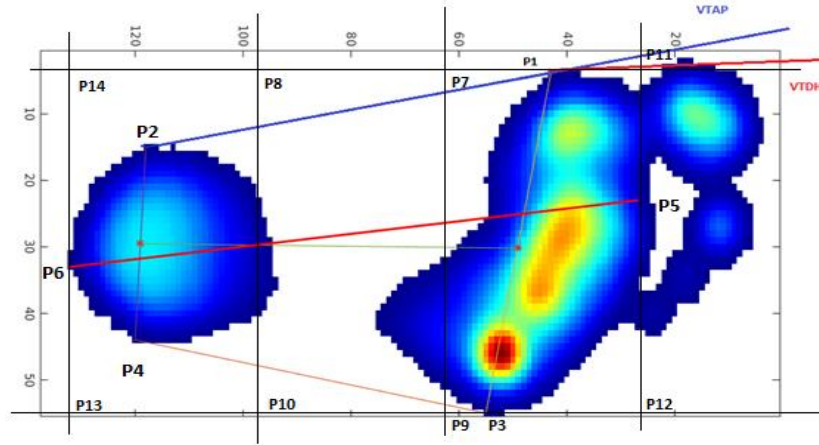


Figura 37 - Identificação de pontos chave para definição das ROI

A partir destas duas máscaras, multiplicando-as pelos correspondentes valores de pressão da imagem média em bruto sem dedos (IMB-Sd), ficam definidas as regiões para cálculo do MAI. Assim, o MAI é obtido de acordo com

$$MAI = \frac{\sum_{i \in B} P_M(i)}{\sum_{i \in (A \cup B \cup C)} P_M(i)} \quad (17)$$

onde $P_M(i)$ representa o valor da pressão no pixel i .

O AI quantifica de forma adimensional a superfície de apoio da zona do médio pé, relativamente a toda a região. Neste caso, as duas máscaras obtidas e descritas atrás são multiplicadas pela imagem média em bruto, sem dedos e binarizada. Deste modo obtém-se uma imagem com as três regiões, agora com a área de contacto identificada. Assim, o AI é obtido de acordo com

$$AI = \frac{\sum_{i \in B} A_M(i)}{\sum_{i \in (A \cup B \cup C)} A_M(i)} \quad (18)$$

onde $A_M(i)$ no pixel i assume

$$A_M(i) = \begin{cases} 1 & \text{se } P_M(i) > 0 \\ 0 & \text{se } P_M(i) = 0 \end{cases} \quad (19)$$

O algoritmo PEDOBAR permite também determinar o comprimento do pé sem dedos (CPMsD), a largura do peito do pé (LPP) e a largura do calcanhar do pé (LCP), que se representam visualmente na Figura 38.

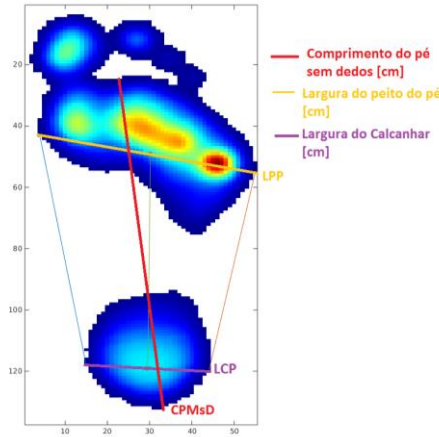


Figura 38 – Identificação dos parâmetros obtidos nas tabelas.

Relativamente à componente que permite definir curvas comparativas de força, área de assentamento e impulso, o algoritmo trabalha também com base nos dados recolhidos e transformados a partir do software EMED, nomeadamente a força, a área de assentamento e as suas derivadas no tempo.

O algoritmo tem em conta o número de passagens que é efetuado. Assim, atendendo à variação que existe em cada passagem, é necessário proceder em primeiro lugar a uma verificação dos ficheiros. Por isso, o algoritmo considera os dados recolhidos em cada passagem, que incluem o tempo, a força, a área e as suas derivadas, e que pode ser dado por G_i , onde i representa o número discreto de dados numa passagem.

$$G_i = f\left(t_i, F_i, A_i, \frac{dF_i}{dt}, \frac{dA_i}{dt}\right) \quad (20)$$

Gerados os vetores, o algoritmo procede á sua verificação e escolhe o menor destes para efeito de interpolação. Posteriormente é definida uma híper região que servirá de interpolação de modo a gerar os gráficos de variação com o tempo.

6. Resultados e Discussão

Atendendo ao estudo em causa, onde se pretende fazer uma análise comparativa entre os resultados pré operatórios e pós operatórios, a apresentação de resultados deve ser feita conjugando os valores dos diversos parâmetros calculados a partir das imagens pedobarográficas para os dois momentos. A enorme quantidade de imagens recolhidas no estudo, assim como os parâmetros em análise, condiciona uma exposição exaustiva. Assim, opta-se por apresentar os resultados tendo em conta três subcapítulos: imagens pedobarográficas; parâmetros comparativos; força, área e impulso.

Os pacientes 02, 03 e 09 têm dados pós processados apenas para a situação de pré-operatório com o algoritmo PEDOBAR. Para os registos pós-operatório os dados destes pacientes foram tratados apenas com o software EMED e só para os parâmetros MPPmax e MVPmax. Quanto aos pacientes 04, 08, 14 e 15, apenas foram registados dados em pré-operatório.

6.1. Imagens Pedobarográficas

Na Figura 39 e na Figura 40 são apresentadas as imagens pedobarográficas envolvendo o MVP e o MPP, recolhidas pela plataforma EMED. Estas imagens correspondem ao paciente 02 e correspondem ao pé submetido a cirurgia na situação pré operatória. Este exemplo, escolhido aleatoriamente, evidencia com clareza a importância de se proceder a várias medições, obtendo-se uma imagem média, sem basear as conclusões a partir apenas de uma passagem. Além da variação existente de imagem para imagem, também a linha do COP sofre ligeiras alterações em cada passagem. Na Figura 41 apresentam-se as imagens médias correspondentes ao MVP e MPP para o exemplo considerado, obtidas a partir do algoritmo PEDOBAR.

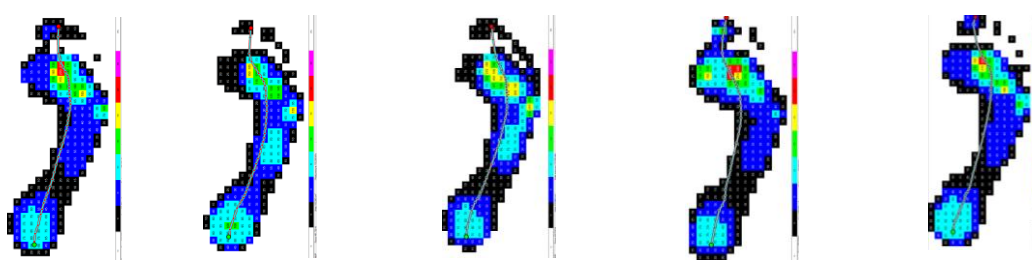


Figura 39 – Imagens com MVP para os cinco registos num voluntário através da plataforma EMED.

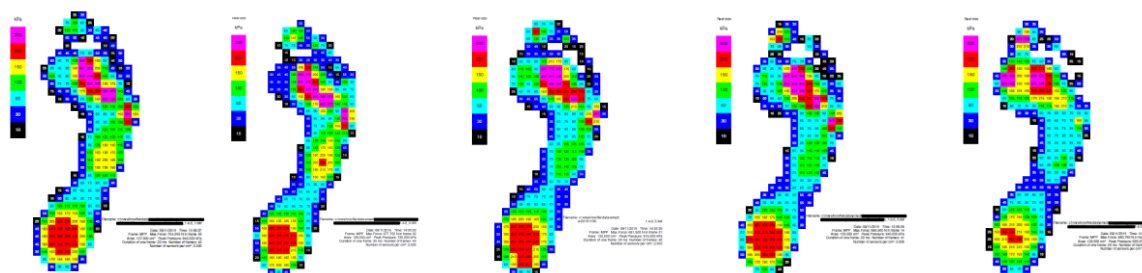


Figura 40 – Imagens com MPP para os cinco registros num voluntário através da plataforma EMED.

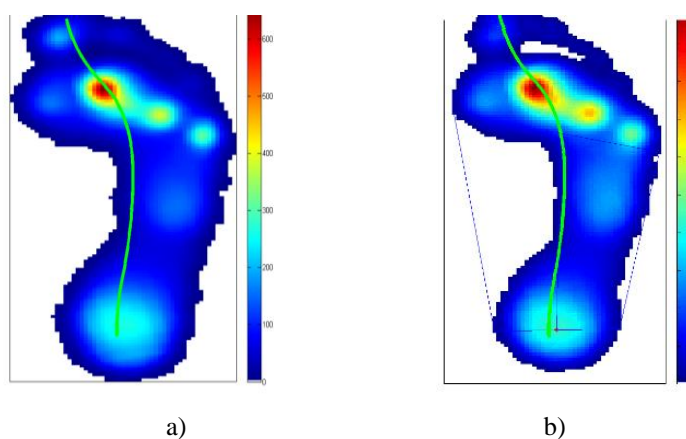


Figura 41 – Imagens médias de MVP (a) e MPP (b) obtidas a partir do algoritmo PEDOBAR

A Figura 42 apresenta um registro de pressão e imagens recolhidas a partir do Pedar X para o mesmo exemplo considerado, correspondente a um dos passos do protocolo 10MWT. Esta figura ilustra os três tipos de imagem possíveis de visualizar.

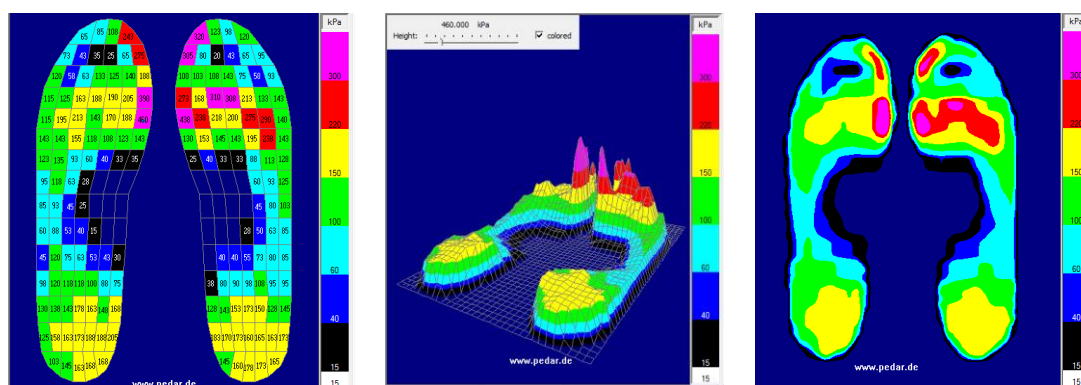


Figura 42 – Imagens do sistema Pedar num voluntário

A análise comparativa mostra que as imagens pedobarográficas obtidas através do sistema EMED com introdução do algoritmo PEDOBAR são próximas das recolhidas através do sistema PEDAR. Além disso as imagens médias que se obtêm pelo algoritmo PEDOBAR são adequadas para uma interpretação da distribuição plantar, podendo recorrer a qualquer número de imagens de base. Assim, da Figura 43 à Figura 50, apresentam-se as imagens médias obtidas por este algoritmo, correspondentes aos pacientes com situação de registo e pós processamento envolvendo os dois momentos de aquisição de dados, ié, pré e pós operatório.

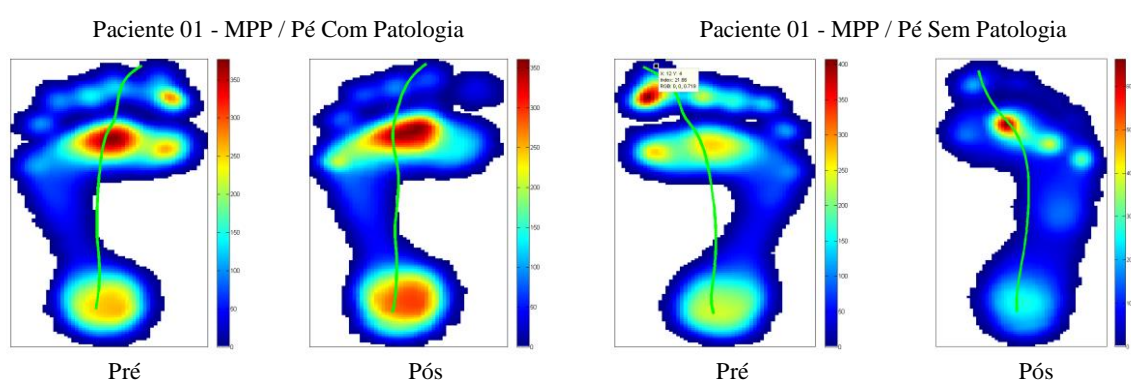


Figura 43 – Paciente 01 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório

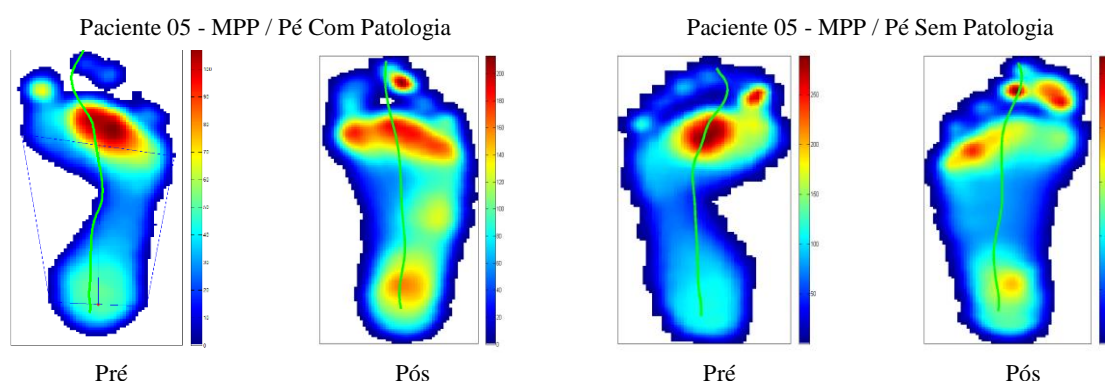


Figura 44 – Paciente 05 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório

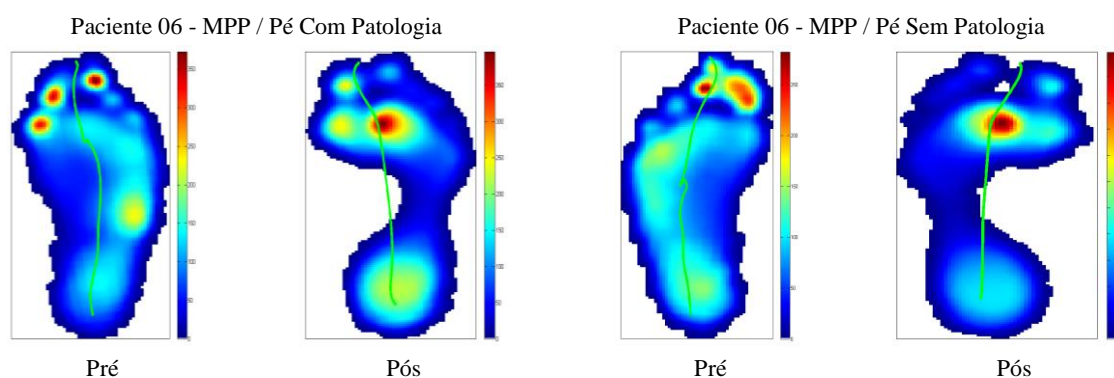


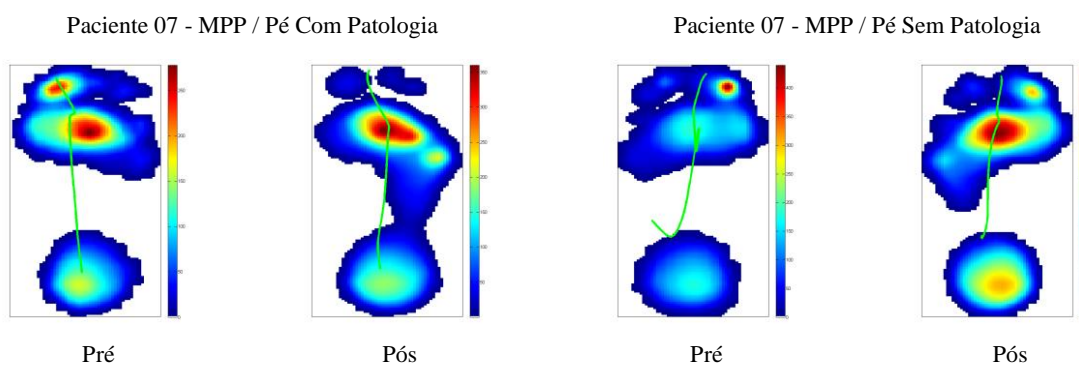
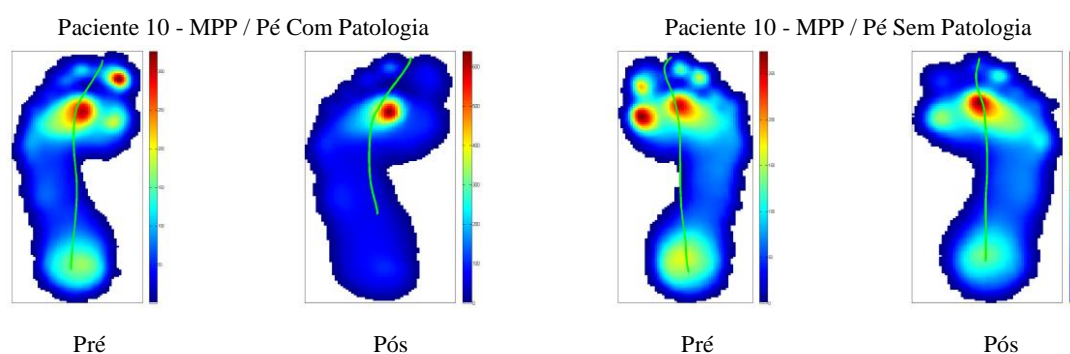
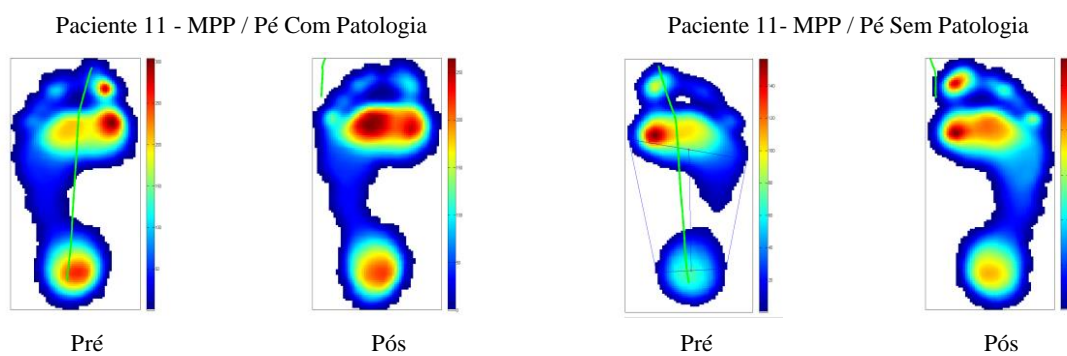
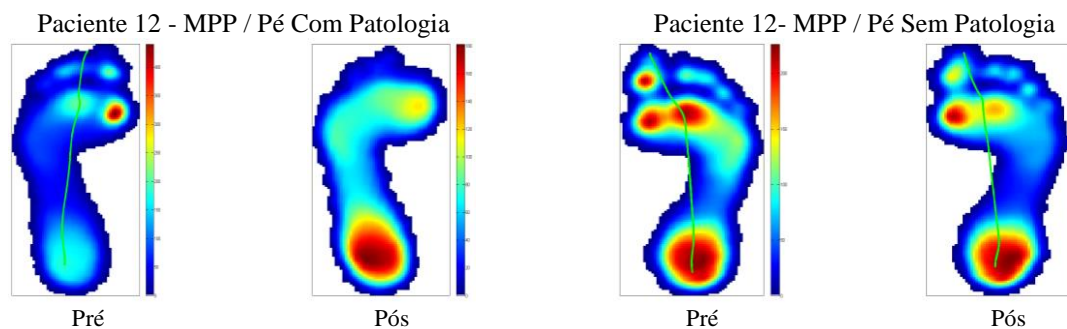
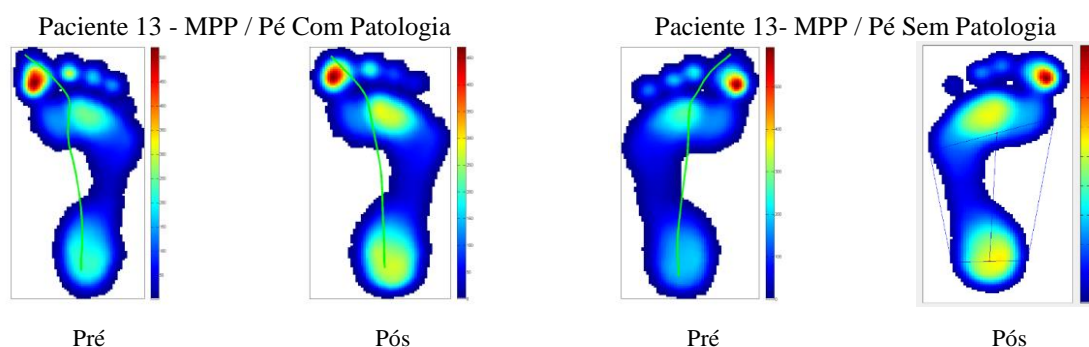
Figura 45 – Paciente 06 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório**Figura 46 – Paciente 07 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório****Figura 47 – Paciente 10 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório****Figura 48 – Paciente 11 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório**

Figura 49 – Paciente 12 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório**Figura 50 – Paciente 13 - Imagens comparativas do MPP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório**

A análise das imagens pedobarográficas obtidas mostra que existe uma variação na distribuição da pressão plantar em todos os pacientes. Esta variação é visível tanto para o MPP como para o MVP (em anexo), e acontece tanto no pé com patologia (submetido a cirurgia) como no pé sem patologia. Uma análise global aos casos estudados não permite identificar um padrão de transição, sendo esta mudança específica em cada paciente.

6.2. Parâmetros Comparativos

Os parâmetros comparativos são apresentados através de uma tabela resumo e vários gráficos de barras com os principais parâmetros em análise. Opta-se por apresentar de modo separado os resultados para o pé com patologia do Hallux (submetido a cirurgia) e depois para o pé sem patologia.

Refira-se que cinco dos voluntários não executaram os testes pós-operatórios e em três dos voluntários não foi possível obter os parâmetros a partir do algoritmo PEDOBAR, por razões associadas a imagens com ruído. Nestas situações apresentam-se apenas os valores de MPPmax e MVPmax calculados a partir da média do registo das cinco passagens com o software EMED, isto é, obtendo estes valores para cada passagem, procedendo de seguida ao cálculo da média.

6.2.1. Parâmetros Comparativos no Pé com Patologia

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em todos os voluntários nos dois momentos de avaliação para o pé com patologia.

Tabela 1 – Parâmetros obtidos a partir das medições pré e pós operatória no pé com patologia

Paciente ID	Pé	Momento	Parâmetro							
			MPP max	MVP max	CPMsD	LPP	LCP	AI	MAI	α
1	Esquerdo	Pré	400	168	20,1	10,1	5,49	0,16	0,04	14,2
		Pós	369	166	19,7	9,6	5,57	0,18	0,05	29,8
2	Direito	Pré	771	227	19,7	9,9	5,82	0,27	0,17	13,4
		Pós	368	178	a)					
3	Esquerdo	Pré	367	132	20,4	10,4	5,52	0,23	0,09	16,1
		Pós	256	117	a)					
4	Esquerdo	Pré	498	263	18,6	9,4	5,34	0,18	0,05	30,7
		Pós	b)							
5	Direito	Pré	285	113	21,0	9,9	6,17	0,26	0,16	6,8
		Pós	265	107	19,8	10,1	5,70	0,34	0,29	15,4
6	Direito	Pré	550	270	20,2	10,3	5,24	0,33	0,31	21,7
		Pós	448	183	19,1	9,7	6,08	0,21	0,08	21,0
7	Direito	Pré	300	175	19,0	9,4	5,19	0,00	0,00	16,3
		Pós	400	188	19,0	9,1	6,06	0,13	0,03	23,0
8	Direito	Pré	736	285	19,6	10,0	5,35	0,28	0,19	19,2
		Pós	b)							
9	Esquerdo	Pré	569	138	19,4	10,4	5,44	0,37	0,38	44,8
		Pós	572	167	a)					
10	Esquerdo	Pré	484	272	20,8	9,9	6,10	0,27	0,13	5,0
		Pós	788	345	20,3	9,7	5,12	0,29	0,14	7,1
11	Esquerdo	Pré	383	155	19,4	9,6	5,43	0,11	0,02	23,4
		Pós	268	131	19,1	9,4	5,06	0,16	0,03	24,4
12	Esquerdo	Pré	527	214	20,0	10,3	5,42	0,26	0,13	16,4
		Pós	184	84	19,3	9,4	5,48	0,29	0,22	22,2
13	Direito	Pré	612	292	20,8	9,7	5,14	0,19	0,07	8,8
		Pós	549	214	20,3	9,1	5,73	0,23	0,09	7,6
14	Direito	Pré	421	175	19,2	9,5	5,79	0,23	0,09	14,3
		Pós	b)							
15	Esquerdo	Pré	617	214	19,7	10,0	5,92	0,30	0,22	5,5
		Pós	b)							
16	Esquerdo	Pré	472	191	19,7	9,8	5,40	0,29	0,18	0,3
		Pós	b)							

a) Dados obtidos apenas em EMED

b) Dados obtidos apenas em pré operatório

As Figura 51 até a Figura 54 representam os dados comparativos de MPP, MVP, MAI e AI.

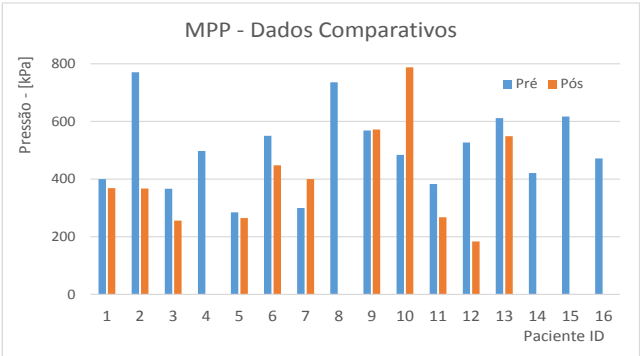


Figura 51 - Dados Comparativos da MPP para o pé com Hallux.

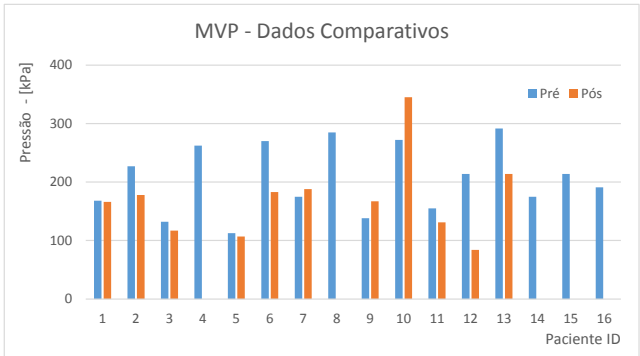


Figura 52 - Dados Comparativos da MVP para o pé com Hallux.

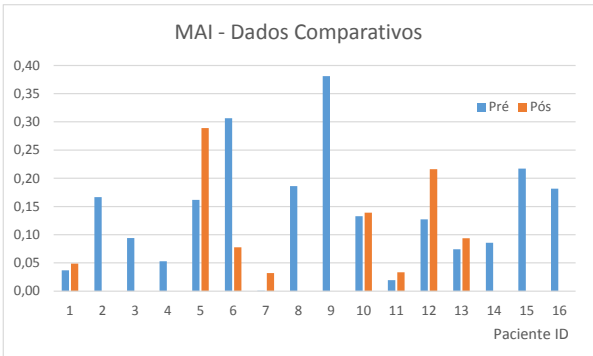


Figura 53 - Dados Comparativos do MAI para o pé com Hallux.

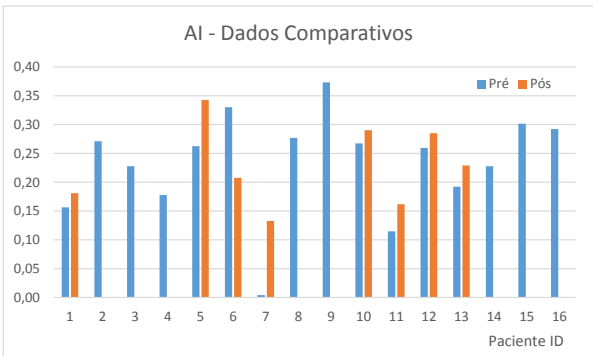


Figura 54 - Dados Comparativos do AI para o pé com Hallux.

6.2.2. Parâmetros Comparativos no Pé sem Patologia

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos em todos os voluntários nos dois momentos de avaliação para o pé sem patologia.

Tabela 2 – Parâmetros obtidos a partir das medições pré e pós operatória no pé sem patologia

Paciente ID	Pé	Momento	Parâmetro							
			MPP max	MVP max	CPMsD	LPP	LCP	AI	MAI	α
1	Direito	Pré	501	181	20,1	9,8	6,03	0,17	0,05	7,8
		Pós	428	158	20,0	9,8	5,84	0,19	0,06	4,2
2	Esquerdo	Pré	430	173	20,3	10,1	5,37	0,27	0,16	17,3
		Pós	465	210	a)					
3	Direito	Pré	621	218	19,8	10,0	5,82	0,22	0,12	6,5
		Pós	733	273	a)					
4	Direito	Pré	443	173	19,0	9,7	5,48	0,21	0,07	17,4
		Pós	b)							
5	Esquerdo	Pré	320	130	21,5	10,1	5,98	0,27	0,15	15,7
		Pós	328	111	19,9	10,6	5,92	0,35	0,27	11,5
6	Esquerdo	Pré	375	133	19,9	10,7	6,10	0,35	0,34	10,4
		Pós	635	271	19,0	9,1	5,46	0,19	0,05	18,2
7	Esquerdo	Pré	603	200	19,8	9,5	6,27	0,02	0,00	17,7
		Pós	284	146	19,6	10,1	5,52	0,07	0,01	20,0
8	Esquerdo	Pré	414	146	19,8	10,4	5,92	0,26	0,13	17,7
		Pós	b)							
9	Direito	Pré	371	118	20,2	9,8	6,21	0,34	0,31	24,8
		Pós	460	210	a)					
10	Direito	Pré	303	125	20,2	10,3	5,97	0,26	0,16	13,3
		Pós	371	135	20,0	10,1	5,94	0,29	0,19	14,7
11	Direito	Pré	337	167	19,2	9,5	5,45	0,14	0,03	15,2
		Pós	335	141	19,2	9,4	5,44	0,19	0,06	13,2
12	Direito	Pré	251	111	20,5	10,2	5,90	0,23	0,13	11,2
		Pós	286	134	20,0	10,1	5,77	0,24	0,09	11,5
13	Esquerdo	Pré	735	361	20,5	9,5	5,04	0,21	0,07	5,2
		Pós	630	207	20,1	9,4	5,31	0,24	0,10	4,8
14	Esquerdo	Pré	321	141	19,7	9,7	5,41	0,20	0,07	11,9
		Pós	b)							
15	Direito	Pré	616	222	19,7	10,3	6,22	0,27	0,21	5,0
		Pós	b)							
16	Direito	Pré	455	192	19,7	9,7	5,60	0,28	0,14	2,7
		Pós	b)							

a) Dados obtidos apenas em EMED

b) Dados obtidos apenas em pré operatório

As Figura 55 até á Figura 58 representam os dados comparativos de MPP, MVP, MAI e AI.

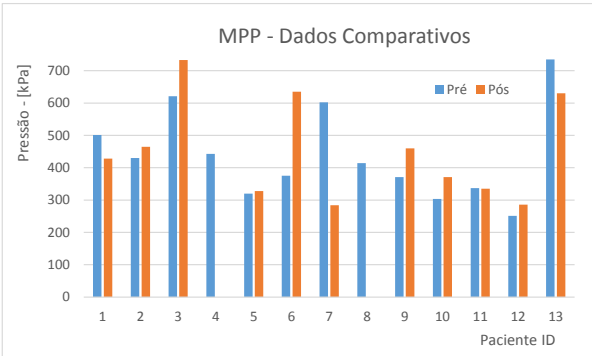


Figura 55 - Dados Comparativos do MPP para o pé sem patologia.

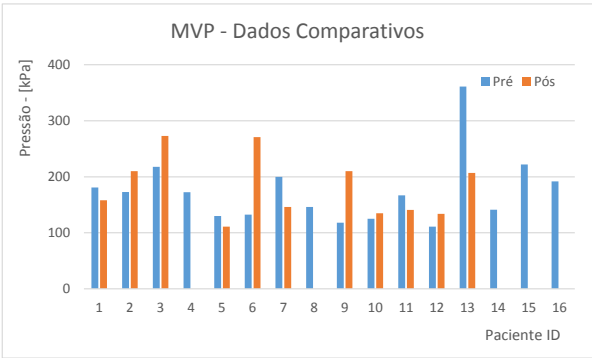


Figura 56 - Dados Comparativos do MVP para o pé sem patologia.

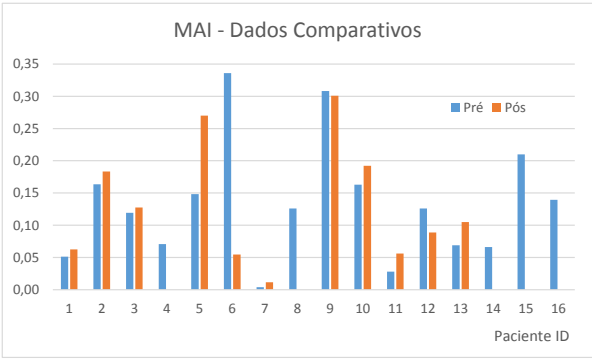


Figura 57 - Dados Comparativos do MAI para o pé sem patologia.

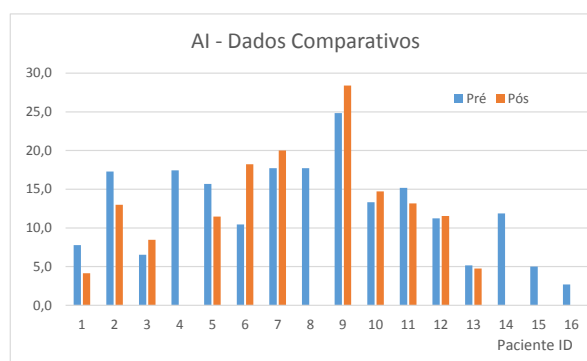


Figura 58 - Dados Comparativos do AI para o pé sem patologia.

Os dados expostos na Tabela 1 e na Tabela 2 demonstram que a metodologia usada permite quantificar diversos parâmetros considerados importantes para o estudo da pressão plantar em indivíduos. À semelhança do retirado a partir das imagens pedobarográficas, também se pode verificar que não existe um padrão de variação dos vários parâmetros analisados, sendo cada paciente um caso diferente.

Uma análise mais detalhada aos valores das tabelas e dos gráficos permite retirar algumas observações importantes, nomeadamente:

- Genericamente, os valores máximos e médios de pressão assumem valores coerentes tendo em conta o tipo de pacientes em estudo;
- Em termos gerais os valores de MPP e MVP tendem a reduzir tanto no pé com patologia como no pé sem patologia após a cirurgia, havendo situações pontuais em que aumentou localmente, nomeadamente nos pacientes 07 e 10, mas reduzindo a pressão no dedo Hallux;
- Da análise ao índice AI, considerando todos os pacientes em pré operatório, no pé com patologia cerca de 30% apresenta um arco plantar elevado, 25% apresenta um arco plantar reduzido e 45% possuem arco plantar considerado normal. No pé sem patologia cerca de 25% apresenta um arco plantar elevado, 30% apresenta um arco plantar reduzido e 45% possuem arco plantar considerado normal;
- Após cirurgia, e tendo em conta os 8 pacientes com dados completos, o Índice do Arco plantar aumentou em 7 destes e manteve-se aproximadamente igual em 1 deles, sendo esta situação igual para os dois pés em análise.

6.3. Força, Área e Impulso

Neste subcapítulo apresentam-se os dados correspondentes à variação da força, área, impulso e taxa de assentamento em função do tempo. Também neste caso os dados obtidos são em número elevado, optando-se assim por resumir a sua apresentação, completando-se em anexo os restantes resultados. A Figura 59 e Figura 60 mostram os registos no tempo que se obtêm com o algoritmo PEDOBAR após aquisição e tratamento de dados via EMED. As figuras mostram, a título de exemplo, as curvas correspondentes ao voluntário 1 para o pé com patologia, onde é possível comparar as curvas pré e pós-operatório. Refira-se que estes dados correspondem à média das cinco aquisições efetuadas, isto é, cinco passagens na plataforma, sendo correspondente à fase de assentamento do pé.

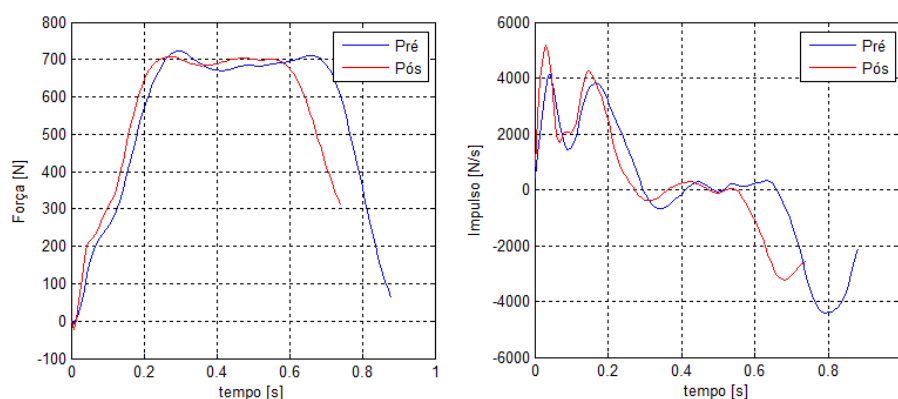


Figura 59 – Exemplo de curva Força – Tempo e Impulso – Tempo comparando os registos pré e pós operatório

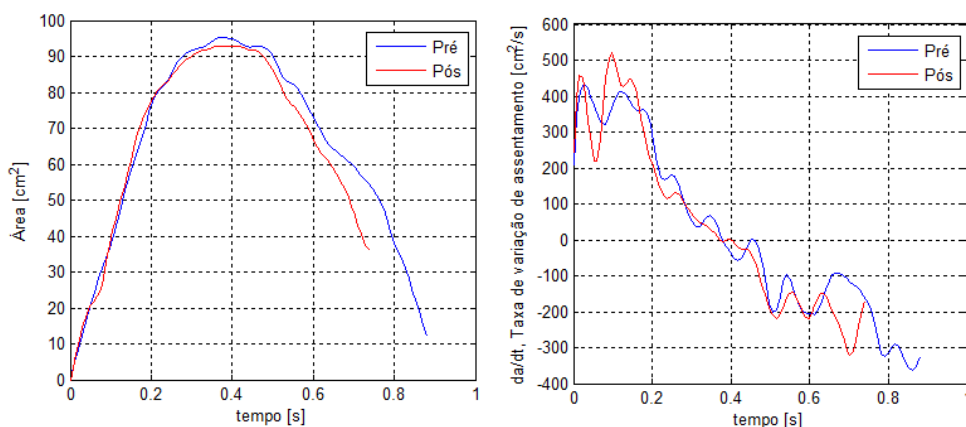


Figura 60 – Exemplo de curva Área – Tempo e variação do apoio - Tempo comparando os registos pré e pós operatório

A Figura 61 e Figura 62 mostram os registos no tempo que se obtêm com o sistema de aquisição Pedar a partir das palmilhas de pressão. Também neste caso as figuras mostram, a título de exemplo, as curvas correspondentes ao voluntário 1 para o protocolo 10MWT (teste de caminhada em 10 metros).

Neste caso o registo é simultâneo para ambos os pés, dado utilizarem-se duas palmilhas de pressão, uma em cada pé, podendo identificar-se cerca de 9 passos. Da Figura 63 à Figura 66 mostram-se detalhes destas curvas.

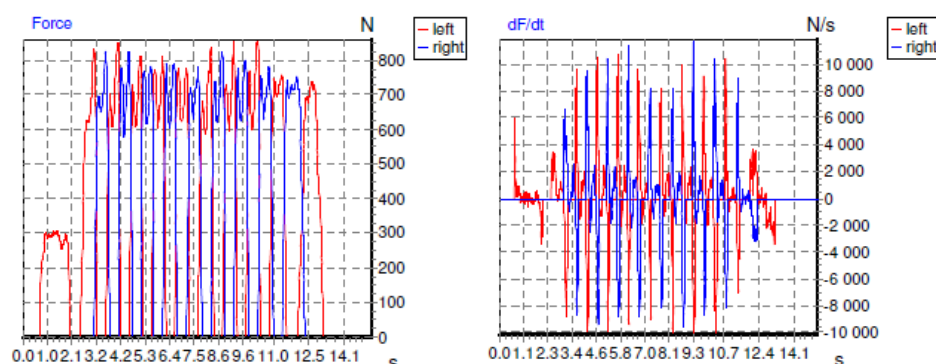


Figura 61 – Exemplo de curva Força – Tempo e Impulso em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)

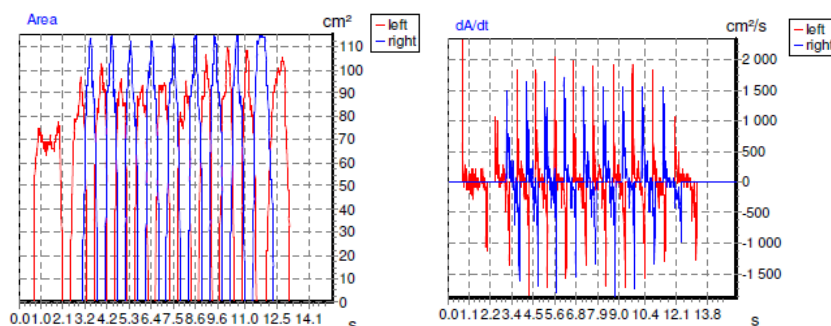


Figura 62 – Exemplo de curva Área– Tempo e variação do apoio, protocolo 10 MWT. Left - pé com patologia

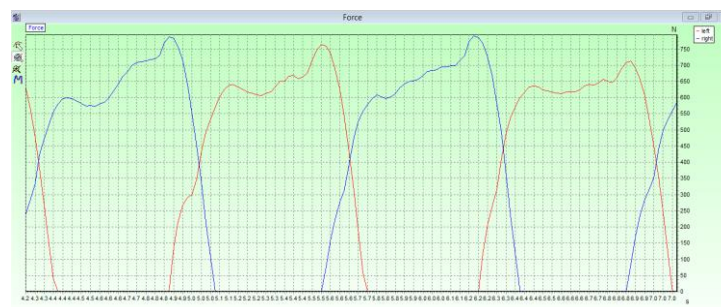


Figura 63 – Detalhe da curva Força – Tempo em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)



Figura 64 – Detalhe da curva Impulso em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)

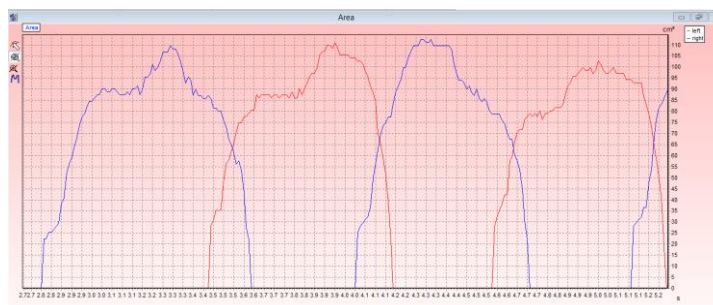


Figura 65 – Detalhe da curva Área - Tempo em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)



Figura 66 – Detalhe da curva variação do apoio em pré operatório, protocolo 10MWT. (Left - pé com patologia)

A análise aos resultados descritos nas figuras anteriores evidenciam uma concordância entre as curvas obtidas a partir de cinco medições com a plataforma EMED e posterior pós processamento com o algoritmo PEDOBAR e as curvas registadas com o sistema Pedar através de palmilhas de pressão, onde são analisados vários passos. Atendendo a que o gráfico força – tempo ilustra de modo mais objetivo a passada dos voluntários, opta-se por apresentar agora estes gráficos para todos os pacientes. Além disso, dado que o gráfico obtido pelo PEDOBAR evidencia adequadamente a variação entre o pré e pós-operatório, apresentam-se apenas estes gráficos. Todos os outros registos podem ser consultados em anexo.

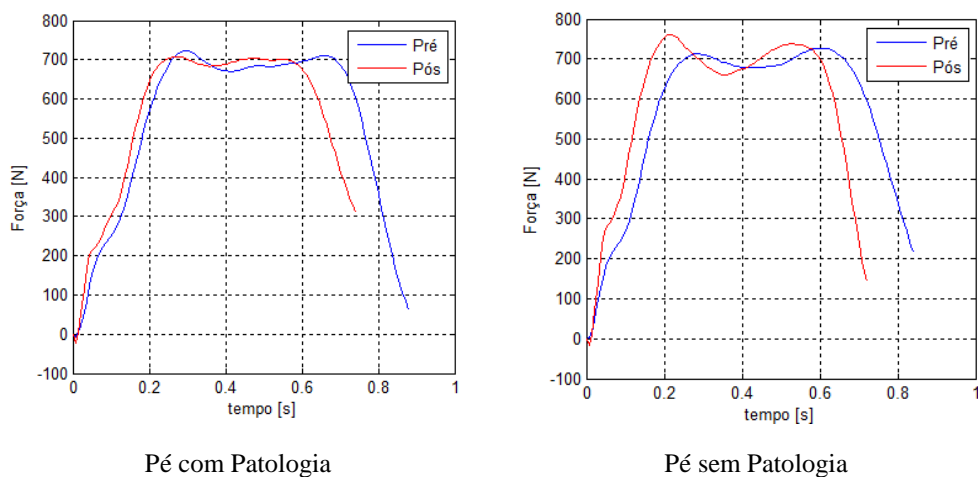


Figura 67 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 1

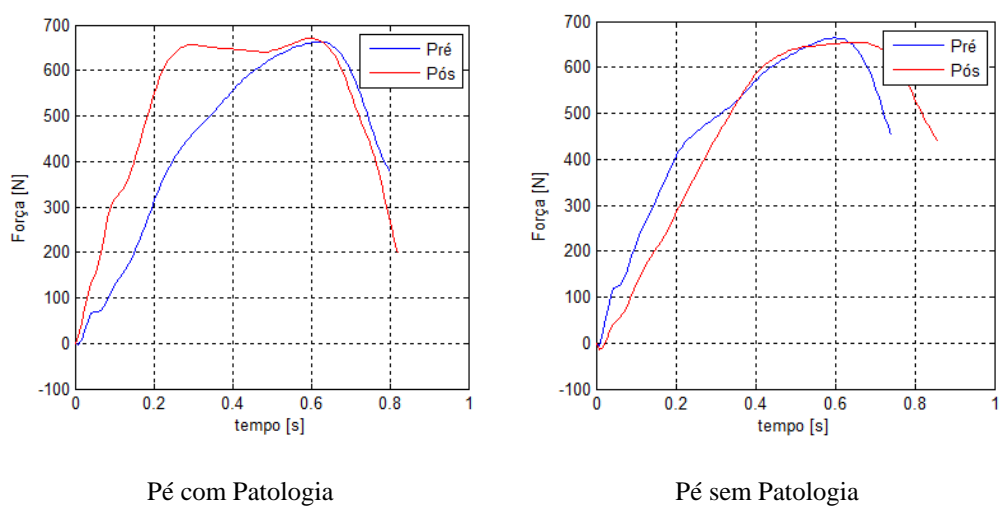


Figura 68 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 2

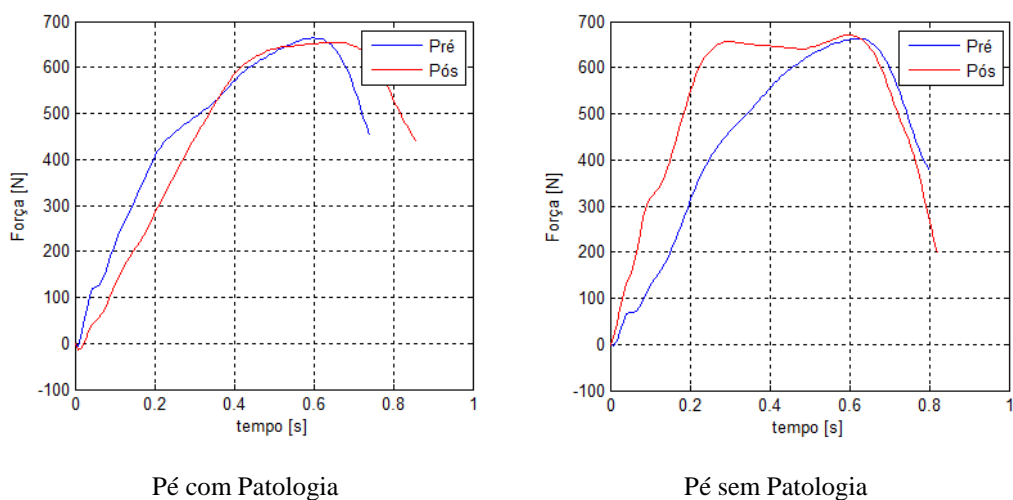
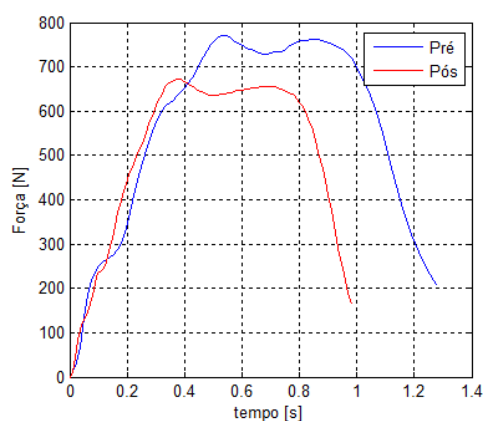
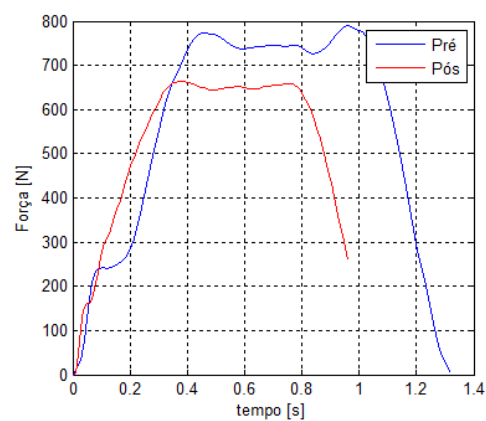


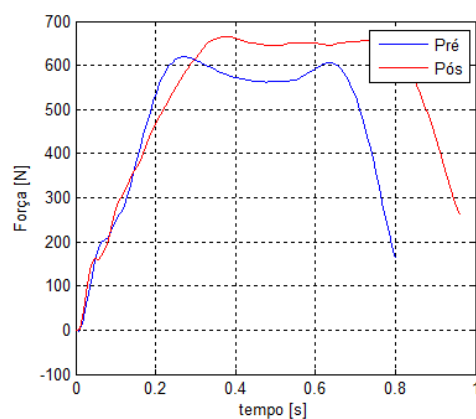
Figura 69 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 3



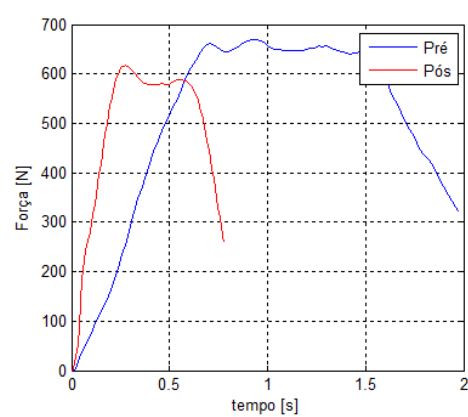
Pé com Patologia



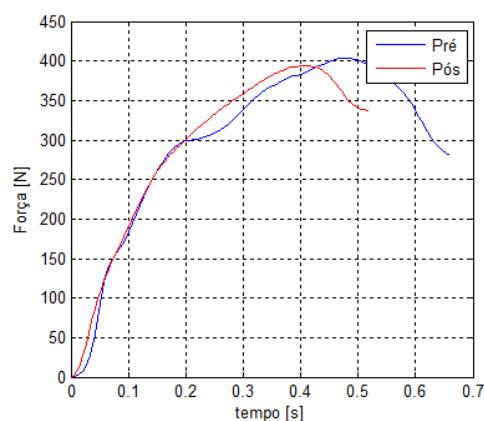
Pé sem Patologia

Figura 70 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 5

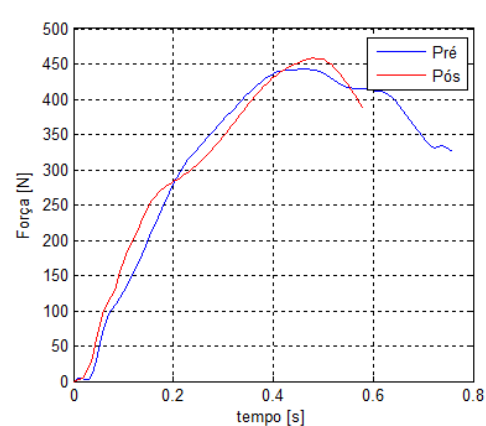
Pé com Patologia



Pé sem Patologia

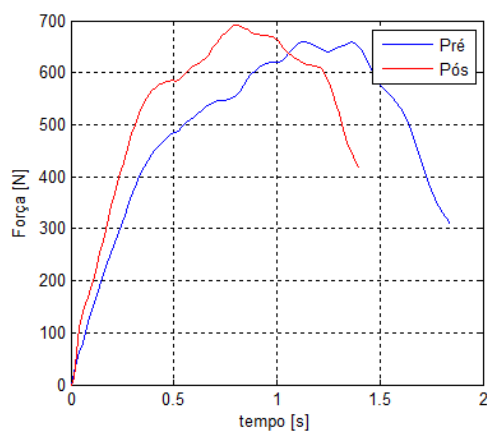
Figura 71 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 6

Pé com Patologia

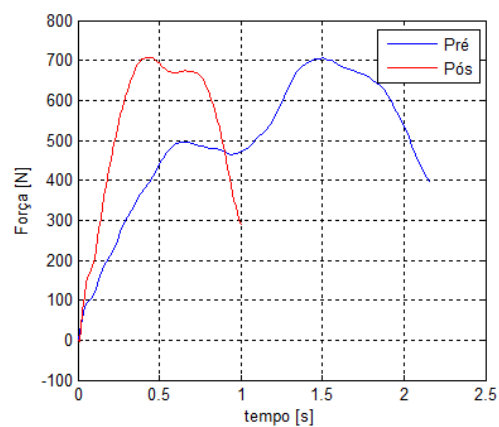


Pé sem Patologia

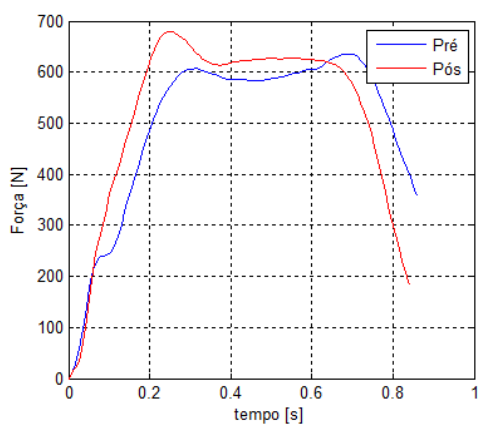
Figura 72 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 7



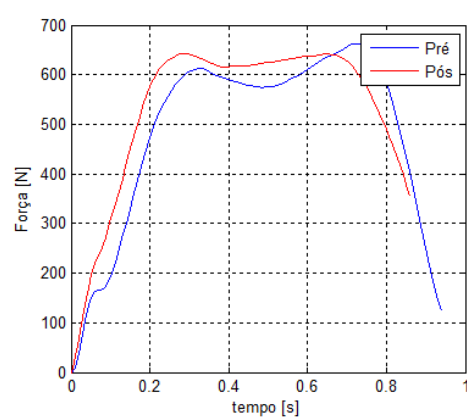
Pé com Patologia



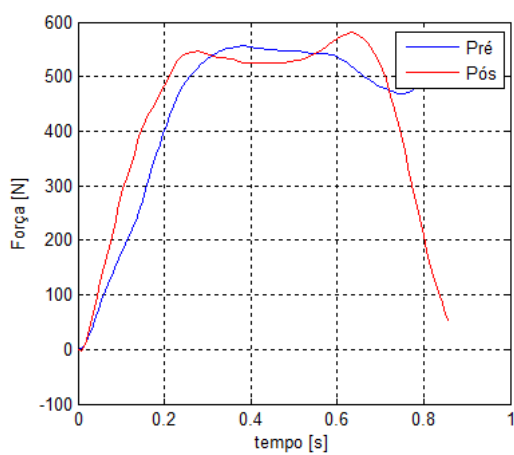
Pé sem Patologia

Figura 73 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 9

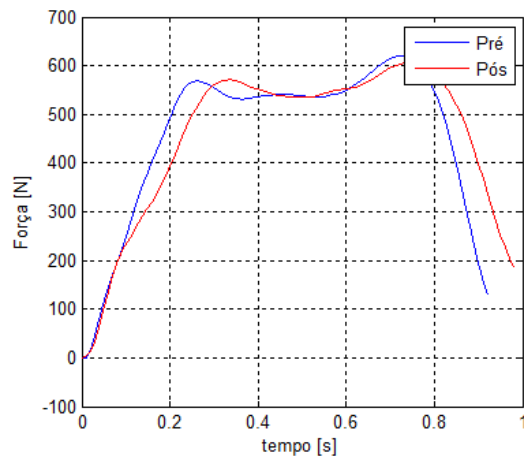
Pé com Patologia



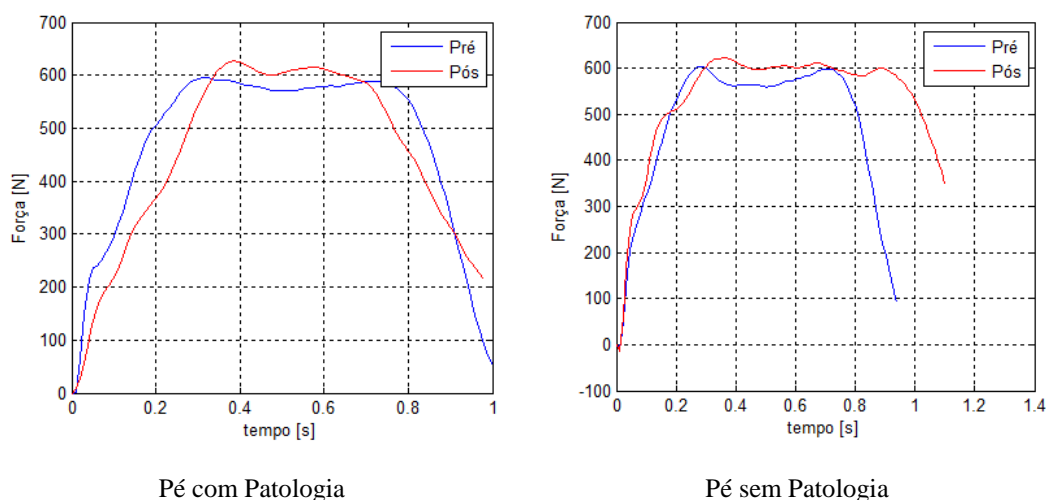
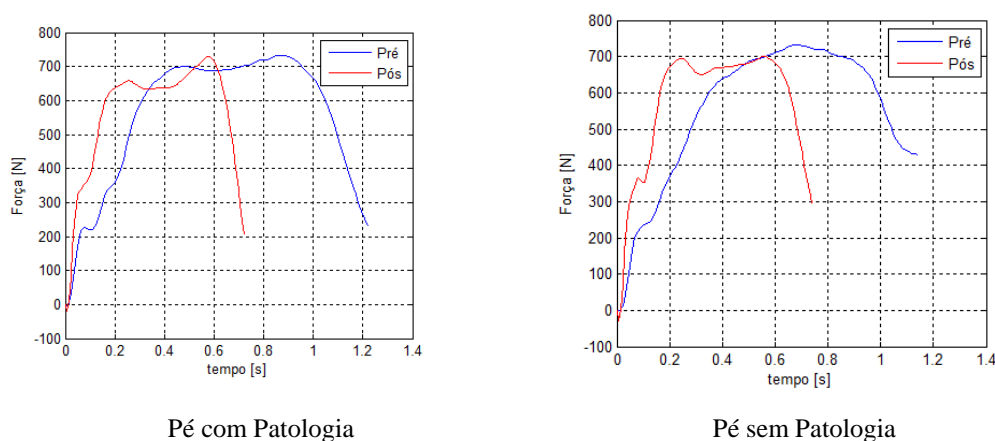
Pé sem Patologia

Figura 74 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 10

Pé com Patologia



Pé sem Patologia

Figura 75 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 11**Figura 76 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 12****Figura 77 – Gráficos Força – Tempo no Voluntário 13**

A análise às curvas expostas nas figuras anteriores em conjunto com as que se apresentam em anexo evidenciam resultados coerentes e que permitem uma análise de follow-up do paciente. Também neste caso não se identifica um padrão nas curvas, tendo cada paciente uma situação específica. Alguns dos pacientes passaram de curvas anormais em pré-operatório para curvas tipicamente normais em situação pós operatória. Contudo também se verifica a situação inversa, tanto no pé com patologia como no pé sem patologia. Uma das observações possíveis de retirar das figuras tem a ver com a cadência do passo, visível no tempo de assentamento do pé durante a passada. Também este parâmetro apresenta variações diferentes em cada paciente.

7. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros

Esta dissertação envolveu a análise e quantificação de imagens pedobarográficas em pacientes com patologias do Hallux Valgus, com indicação clínica para cirurgia. Os pacientes foram avaliados primeiro em contexto pré-operatório e posteriormente em situação pós-operatória.

O estudo envolveu a utilização de dois equipamentos de medição e registo da pressão pedobarográfica, uma plataforma estática e um sistema baseado em palmilhas, complementados por um algoritmo de análise de imagens.

Os resultados obtidos apresentam dados coerentes para o tipo de pacientes em estudo. De facto, retira-se como conclusão que cada paciente tem a sua situação particular, não sendo possível identificar padrões típicos de variação. Contudo, em geral a pressão MPP e MVP assumem valores mais reduzidos, havendo uma transição da distribuição destas pressões.

A metodologia usada, em que se podem obter diversos parâmetros que incluem dados antropométricos do pé, assim como curvas de força e imagens de distribuição da pressão pode contribuir para o auxílio na decisão clínica dos médicos, assim como servir de follow-up pós-operatório, permitindo verificar a evolução da recuperação do doente, de um modo rápido e eficiente.

Perante os resultados obtidos tem-se como perspectiva de trabalho futuro o acompanhamento de mais pacientes, de modo a aumentar a amostra, assim como proceder a mais registos de follow-up, tanto no tempo de recuperação dos pacientes, como após o paciente ser considerado clinicamente recuperado.

Pretende-se também alargar o estudo a outro tipo de patologias, como por exemplo o pé diabético.

8. Referências Bibliográficas

- Abboud, R. (2002). Relevant foot biomechanics . *Current Orthopaedics*, 165-179.
- Abboud, R. J. (2000). Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. *Clinical Biomechanics* - 15, 37-45.
- Abrantes, J. M. (2011). Technologies for Medical Sciences - "Plantar pressure assessment: A new tool for postural instability diagnosis in Multiple Sclerosis.
- Actis, R. L. (2008). Multi-plug insole design to reduce peak plantar pressure on the diabetic foot during walking. *Medical and Biological Engineering and Computing* - 46, 363-371.
- Americanas. (2015). Obtido de <http://www.americanas.com.br/produto/5996438/bota-imobilizadora-longa-preta-dilepe>
- Aveimedica. (2015). Obtido de <http://www.aveimedica.pt/produtos/images/200093013s.jpg>
- Becker, H., & Rosebaum, D. (1997). Plantar pressure distribution measurements:Tecnical background and clinial applications. *Foot and Ankle Surgery*, 1-14.
- Billis, E. E. (2007). Assessment of foot posture: correlation between different clinical techniques. *The Foot* - 17, 65-72. .
- Biomechanics, B. (2015). Obtido de <http://www.wefixfeet.ca/sites/default/files/biomechanics.pdf>.
- Burnfield, J. M., & C. D. Few, O. S. (2004). "The influence of walking speed and footwear on plantar pressures in older adults". *Clinical Biomechanics* - 19(1):. 78-84.
- Burns, J. J. (2005). The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clinical Biomechanics* - 20, 877-882.
- Castro, F. M. ((2007)). "*Estudo baropodométrico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2*", MSc. *Universidade de Fortaleza, Fortaleza*.
- Chang, W.-N. A. (2004). Impact of changing foot progression angle on foot pressure measurement in children with neuromuscular diseases. *Gait & Posture* - 20, 14-19.

- Chapman, M. W. (2001). Chapman's Orthopaedic Surgery, 3rd Edition. Em M. W. Chapman, *Chapman's Orthopaedic Surgery, 3rd Edition* (pp. 3007-3023). Lippincott Williams & Wilkins.
- Chesnin, K. J.-S. (2000). Comparison of an in-shoe pressure measurement device to a force plate: concurrent validity of center of pressure measurements. *Gait & Posture* - 12, 128-133.
- Chiappin, D. (2007). A importância da análise do apoio plantar em idosos: um estudo comparativo entre jovens e idosos. MSc. Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Chu, W. C. (1995). The use of arch index to characterize arch height: a digital image processing approach. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* - 42, 1088-1093.
- Chung, M.-J., & M.-J. Wang. (2011). "Gender and walking speed effects on plantar pressure distribution for adults aged 20–60 years". *Ergonomics* - 55(2):. 1-7.
- Conforpié. (2015). Obtido de <http://www.conforpie.com/el-pie/arcos-del-pie/>
- De Cock, A. J. (2008). The trajectory of the centre of pressure during barefoot running as a potential measure for foot function. *Gait & Posture* - 27, 669-675.
- Deleu, P. A. (2010). Plantar pressure relief using a forefoot offloading shoe. *Foot and Ankle Surgery* - 16, 178-182.
- Drake, R. A. (2004). *Gray's Anatomy for Students*. Churchill Livingstone. .
- Elftman, H. (1934). A cinematic study of the distribution of pressure in the human foot. *The Anatomical Record* - 59, 481-491.
- Facchini, J. (2015). *Pé varo*. Obtido de <http://belezain.inf.br/saude/coluna3.asp>
- Filippin, N. V. (2007). Efeito da obesidade na distribuição da pressão plantar em crianças. *Revista Brasileira de Fisioterapia* - 11, 495-501.
- Filoni, E. J. (2009). Comparação entre índices do arco plantar. *Motriz: Revista de Educação Física* - 15, 850-860.
- George S Murley, Hylton B Menz, & Karl B Land. (2009). A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *Journal of Foot and Ankle Research* 2009, 10.1186/1757-1146-2-22. Obtido de <http://www.jfootankleres.com/content/2/1/22/figure/F3>

- Giacomozzi, C. (2011). Biomechanics in Applications - "Potentialities and Criticalities of Plantar Pressure Measurements in the Study of Foot Biomechanics: Devices, Methodologies and Applications. V. Klika, *InTech*.
- Giacomozzi, C. a. (2006). Peak pressure curve: An effective parameter for early detection of foot functional impairments in diabetic patient. *Gait & Posture* - 23, 464-470.
- Gurney, J. K., U. G. Kersting , & D. Rosenbaum. (2008). "Between-day reliability of repeated plantar pressure distribution measurements in a normal population". *Gait & Posture* - 27(4):. 706-709.
- Herron, M. a. (2015). *The foot and ankle clinic* . Obtido de <http://www.thefootandankleclinic.com/article107section13.htm>.
- <http://www.podologistajoana.pt>. (s.d.). <http://www.podologistajoana.pt>.
- Hughes, J. L. (1991). Reliability of pressure measurements: the EMED F system. *Clinical Biomechanics* - 6, 14-18.
- Hughes, J., L. Pratt, K. Linge, & et al. (1991). "Reliability of pressure measurements: the EMED F system". *Clinical Biomechanics* - 6(1): . 14-18.
- Jonely, H. J.-M. (2011). "Relationships between clinical measures of static foot posture and plantar pressure during static standing and walking. *Clinical Biomechanics* - 26, 873-879.
- Keijsers, N. L. (2009). A new method to normalize plantar pressure measurements for foot size and foot progression angle. *Journal of Biomechanics* - 42, 87-90.
- Mann, L., J. F. Kleinpaul, & C. S. Teixeira. (2008). A utilização de diferentes bases de apoio com e sem informação visual na manutenção do equilíbrio corporal de idosas. *Técnicas em Otorrinolaringologia* - 26, 216-221.
- Melai, T. T. (2011). Calculation of plantar pressure time integral, an alternative approach. *Gait & Posture* - 34, 379-383.
- Mueller, M. J. (2005). Pressure Gradient” as an indicator of plantar skin injury. *Diabetes Care* - 28, 2908-2912.
- Nawata, K. S. (2005). "Plantar pressure distribution during gait in athletes with functional instability of the ankle joint: preliminary report. *Journal of Orthopaedic Science* - 10, 298-301.

- Nazario, P. J. (2010). Comparação da distribuição de pressão plantar em sujeitos com pés normais e com pés planos durante a marcha. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*.
- Novel.de Alemanha. (2015). Obtido de Novel.de (2015) – “Emed Plataform”: <http://www.novel.de/novelcontent/emed>.
- Oliveira, F. P. (2011). Novel framework for registration of pedobarographic image data. *Medical and Biological Engineering and Computing* - 49, 313-323.
- Oliveira, F. P. (2011b). Towards an efficient and robust foot classification from pedobarographic images. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 1-8.
- Orlin, M. N., & McPoil, T. G. (2000). Plantar pressure Assessment. *Physical Therapy* - 80, 399-409.
- Orthotic, L. (2015). Obtido de <http://www.londonorthotics.co.uk/images/pronatedfeet1.jpg>
- Pataky, T. C. (2008). A comparison of seven methods of within-subjects rigid-body pedobarographic image registration. *Journal of Biomechanics* - 41, 3085-3089.
- Pés sem dor*. (dezembro de 2015). Obtido de joanete: <http://www.pessemdor.com.br/dores/diagnostico-de-dores/joanete/>
- Pés Sem Dor*. (2015). Obtido de http://www.pessemdor.com.br/wp-content/uploads/2015/05/Dor-no-Arco_final-3.jpg
- Pés Sem Dor*. (2015). Obtido de <http://www.pessemdor.com.br/wp-content/uploads/2015/08/Pegadas-pé-normal-chato-e-cavo..jpg>
- Pezzan, P. A. (2009). Postura do pé e classificação do arco plantar de adolescentes usuárias e não usuárias de calçados de salto alto. *Revista Brasileira de Fisioterapia* - 13.
- Pezzan, P. A. (2009). Postura do pé e classificação do arco plantar de adolescentes usuárias e não usuárias de calçados de salto alto. . *Revista Brasileira de Fisioterapia* 13. .
- Putti, A. B. (2010). "Foot pressure differences in men and women. *Foot and Ankle Surgery* - 16, 21-24.
- Razeghi, M. a. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture* - 15, 282-291.

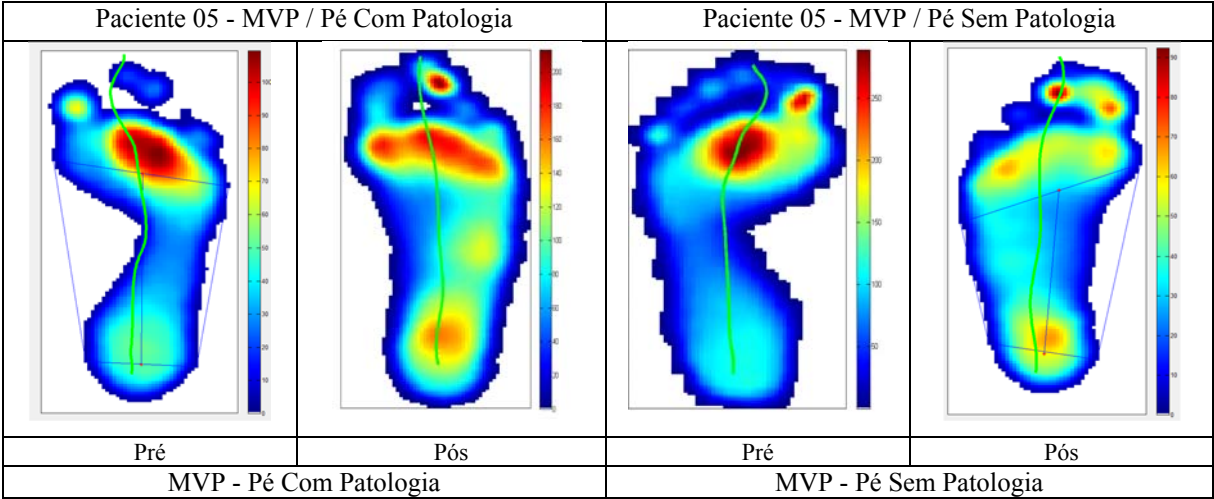
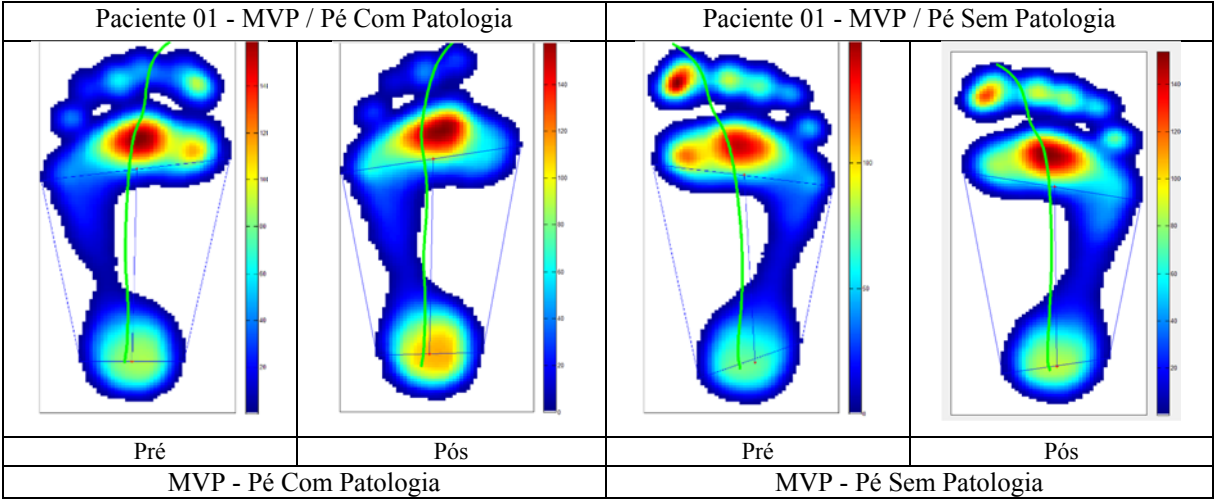
- Rosebaum, D. a. (1997). "Plantar pressure distribution measurements: Tecnical background and clinial applications". *Foot and Ankle Surgery* - 3: 1-14.
- Rosebaum, D., & Becker, H. (1997). Plantar pressure distribution measurements: Tecnical background and clinial applications. *Foot and Ankle Surgery*, 1-14.
- Rosebaum, D., & H. P. Becker. (1997). Plantar pressure distribution measurements: Tecnical background and clinial applications". *Foot and Ankle Surgery* . 1-14.
- Rossi, S. F. (2010). Centre of pressure in dynamic posturography: a comparison among systems based on a pressure matrix and a force platform. *Measurement Science and Technology* - 21, 1-9.
- Rouhani, H. X. (2011). Outcome evaluation of ankle osteoarthritis treatments: Plantar pressure analysis during relatively long-distance walking. *Clinical Biomechanics* - 26, 397-404.
- Santos, J. O. (2008). *Aspectos cinemáticos e cinéticos do movimento de eversão do calcânhar durante a marcha, Ciências do departamento humano*. Florianópolis, Brazil: Universidade de Estado de Santa Catarina.
- Schuh, R. J. (2011). Plantar pressure distribution after tibiotalar arthrodesis. *Clinical Biomechanics*.
- Shiang, T.-Y. S.-H.-J. (1998). Evaluating different footprints parameters as a predictor of arch height. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine* - 17, 62-66.
- Shu, L. T. (2010). In-shoe plantar pressure measurement and analysis system based on fabric pressure sensing array. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* - 14, 767-775.
- Supply, *Phoenix Surgical*. (s.d.). Obtido em 2015, de <http://www.phoenixsurgicalus.com/center-of-pressure-line/>
- Teh, E. L. (2006). Static and frequency domain analysis of plantar pressure distribution in obese and non-obese subjects. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* - 10, 127-133.
- Teyhen, D. S. (2009). Dynamic plantar pressure parameters associated with static arch height index during gait. *Clinical Biomechanics* - 24, 391-396.
- Tsung, B. Y. (2004). Effectiveness of insoles on plantar pressure redistribution. *Journal of Rehabilitation Research and Development* - 41, 767-774.

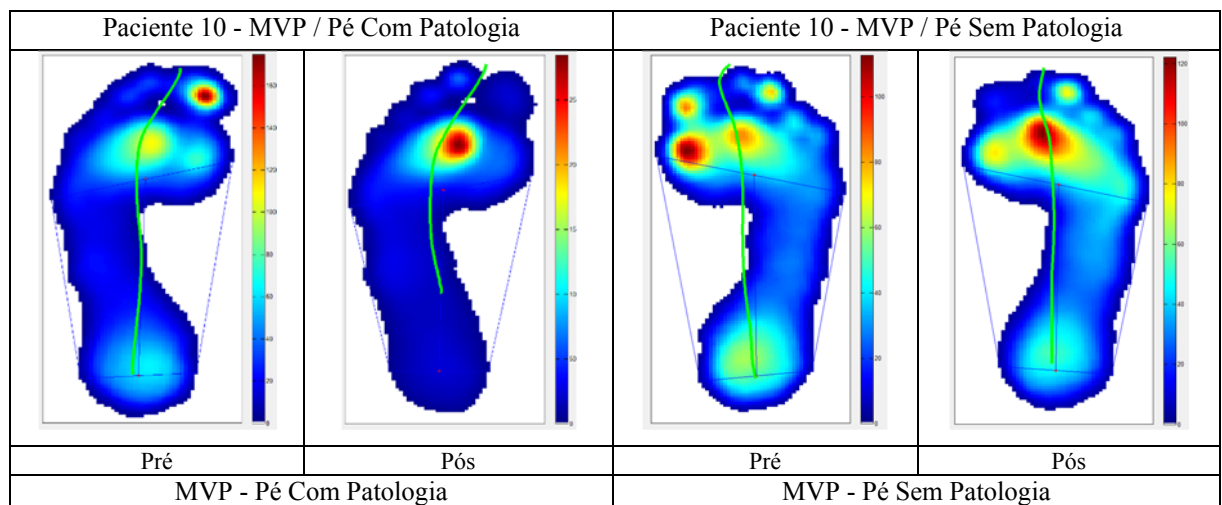
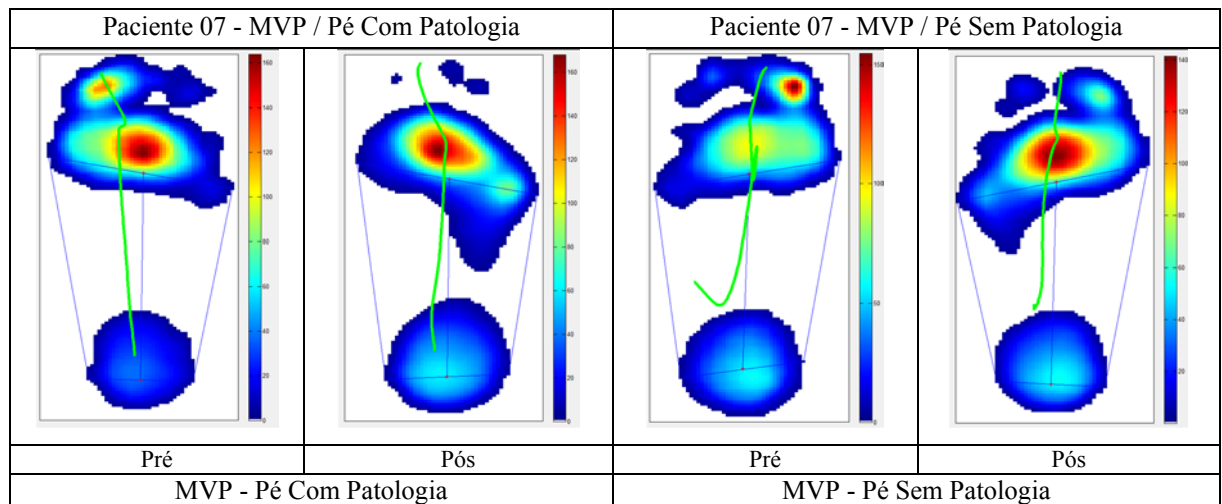
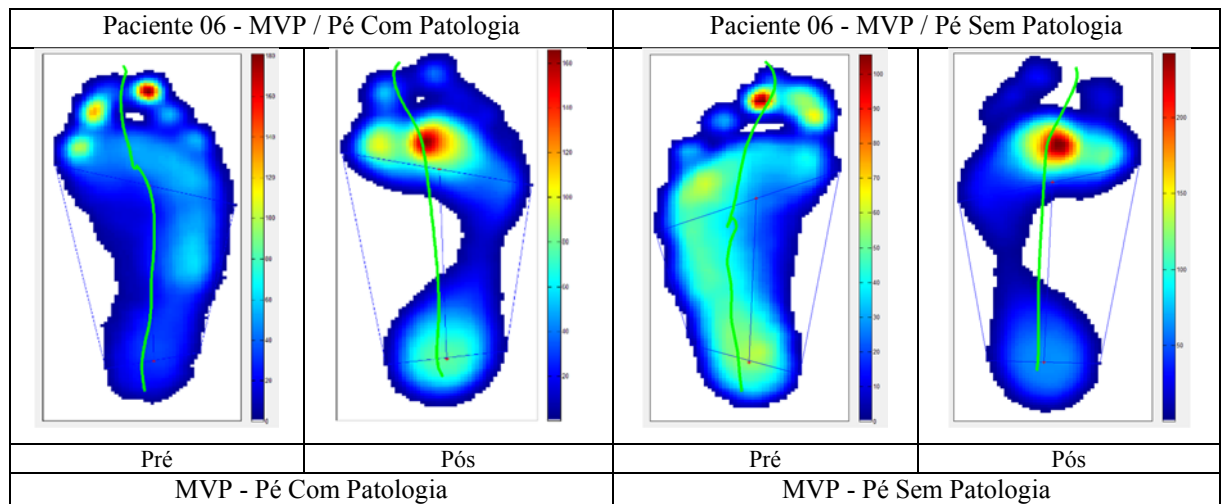
Urry, S. R. (2001). "The accuracy of footprint contact area measurements: relevance to the design and performance of pressure platforms. *The Foot* - 11, 151-157.

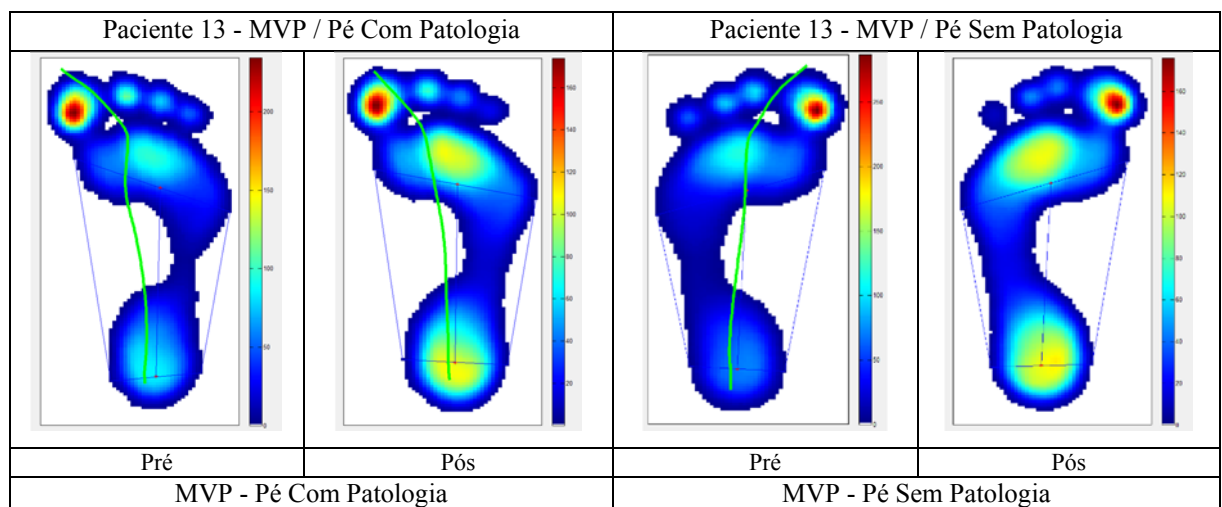
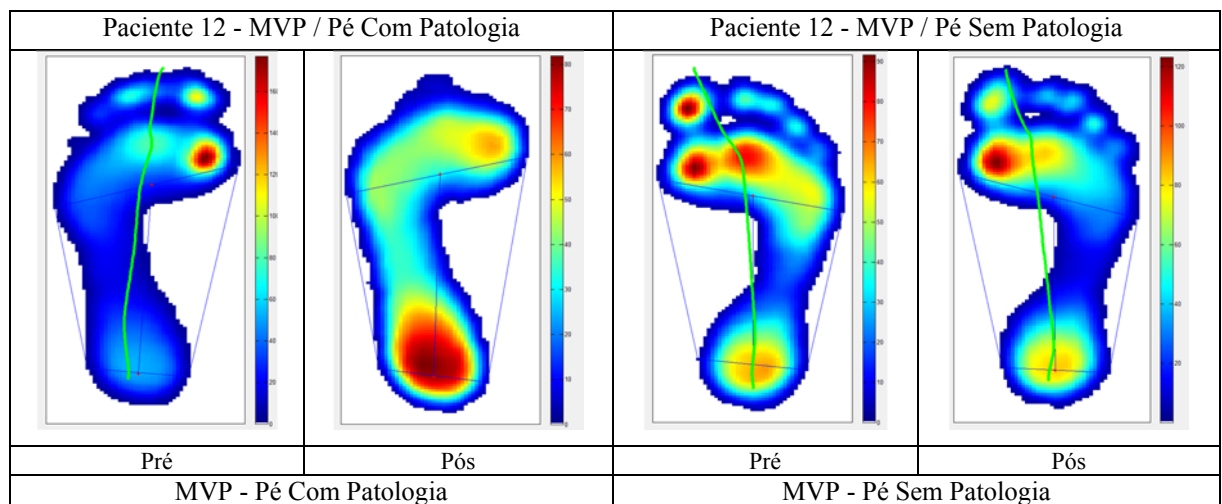
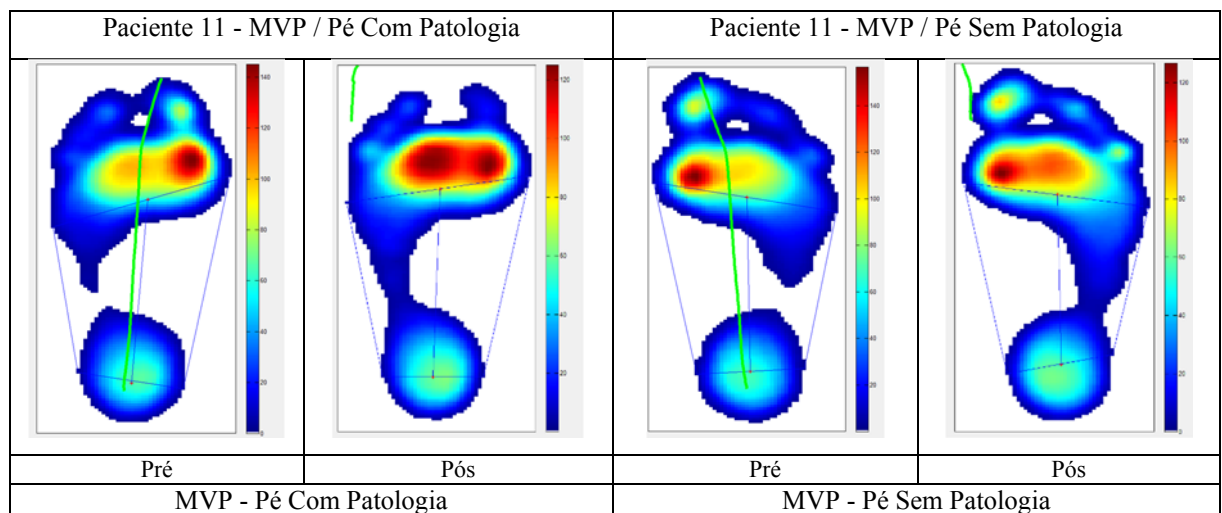
Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture* - 3, 193-214.

9. Anexos

9.1. Imagens comparativas do MVP no pé com e sem patologia, pré e pós operatório nos Pacientes







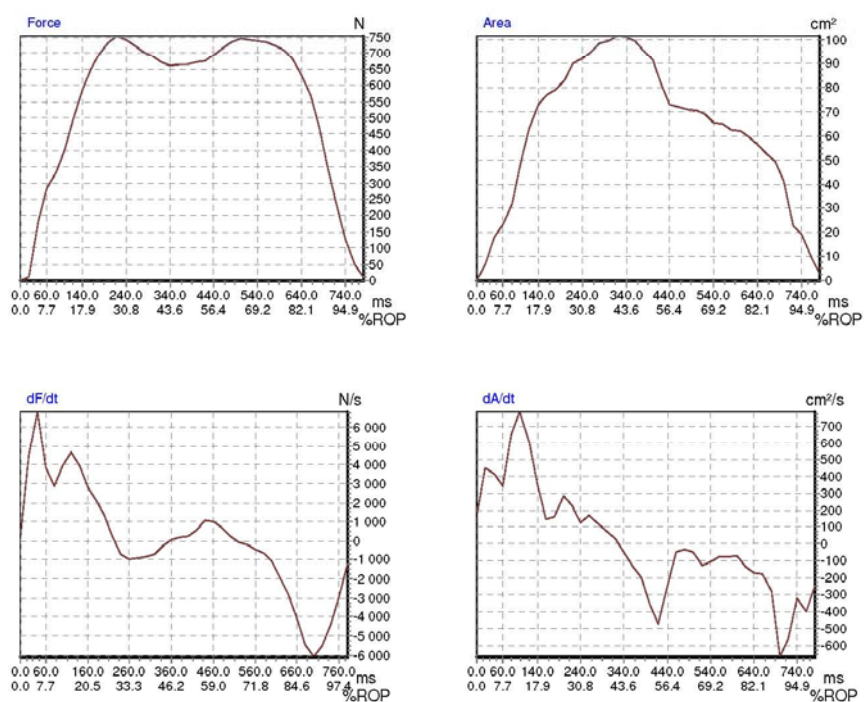
9.2. Força & Área na Plataforma Emed

Paciente 01

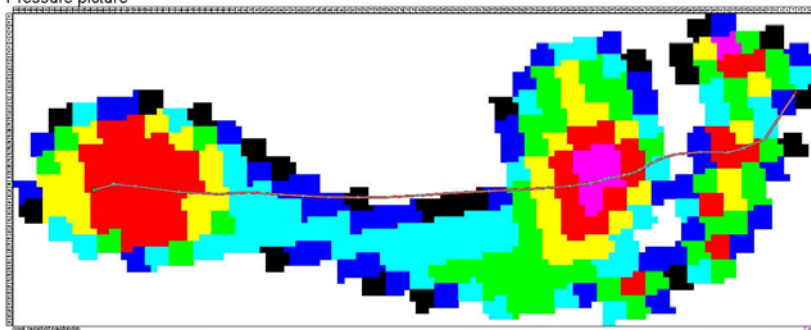
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\01_1a.d_1.tra
Date: 28/12/2015 Time: 11:21:09
Frame: MPP Max.Force: 753.857 N in frame 11
Area: 125.004 cm² Peak Pressure: 335.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 39
Number of sensors per cm²: 27.935
Original comments: This is transformed file



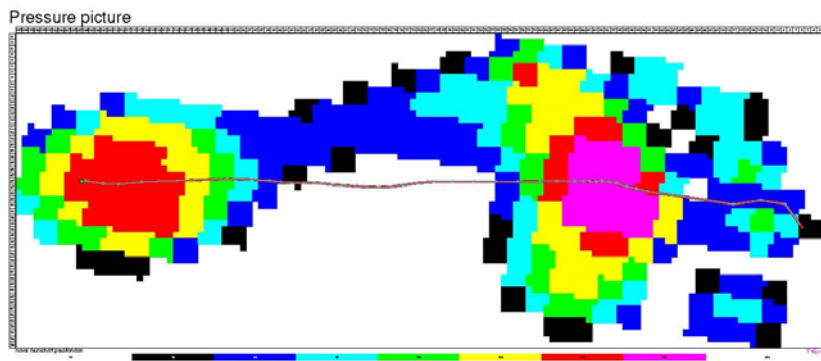
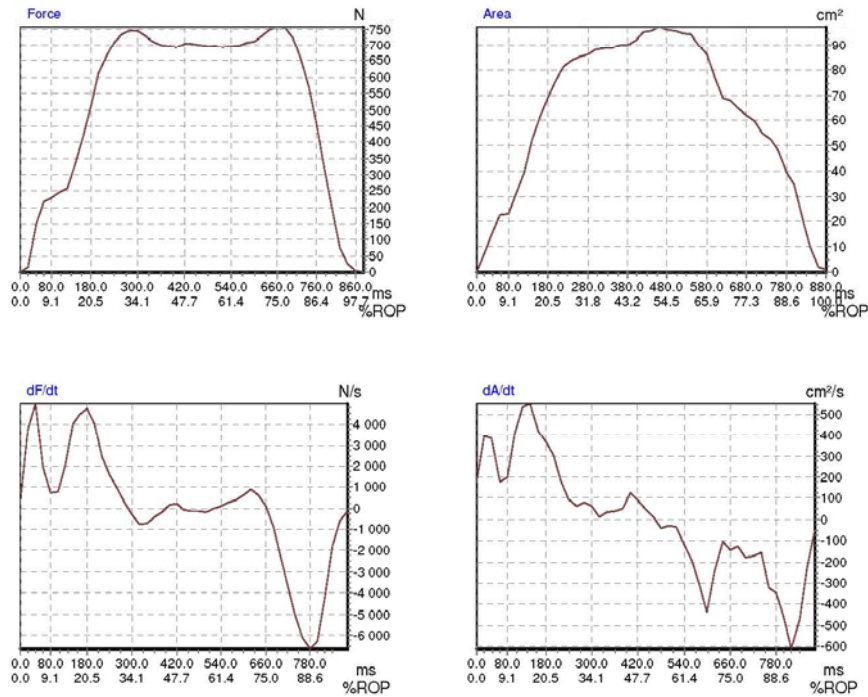
Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
 20_06_2016\01\...pós-operatório\ ficheiros
 tra..._1a.e_1.tra
 Date: 28/12/2015 Time: 11:18:23
 Frame: MPP Max.Force: 756.734 N in frame 33
 Area: 119.064 cm² Peak Pressure: 455.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 44
 Number of sensors per cm²: 28.833
 Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\01\ [redacted] pré-operatório\ ficheiros

tra [redacted] 1.a.d.3.tra

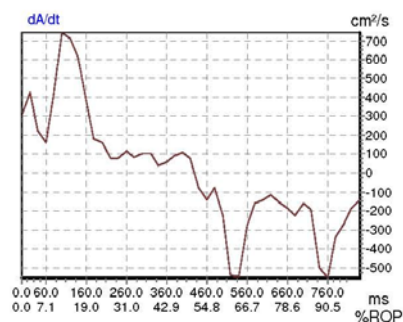
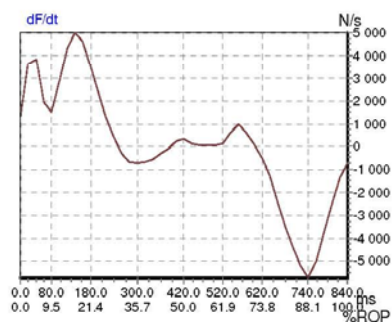
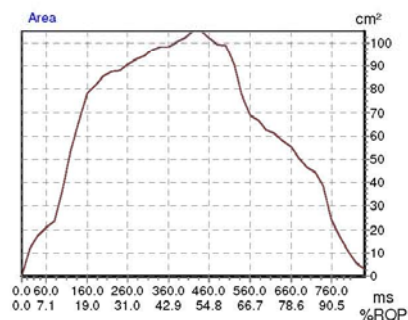
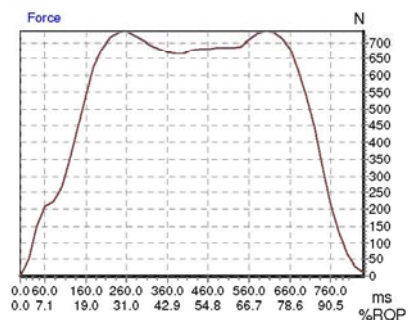
Date: 05/10/2015 Time: 11:50:10

Frame: MPP Max.Force: 735.118 N in frame 30

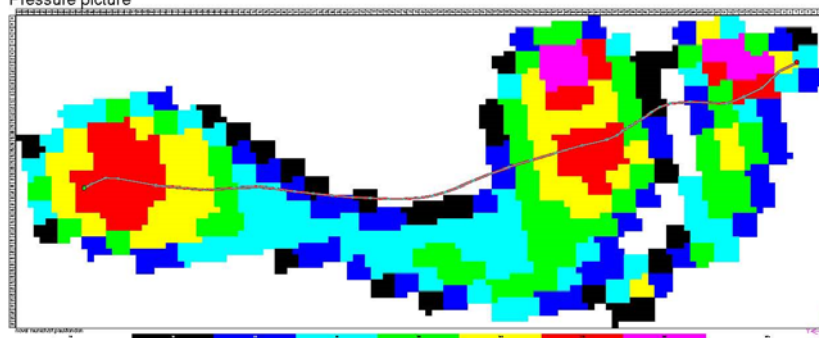
Area: 128.390 cm² Peak Pressure: 625.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 42

Number of sensors per cm²: 27.821

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\01- [redacted] pré-operatório\ ficheiros

tra [redacted] 1.a.e_2.tra

Date: 05/10/2015 Time: 11:46:17

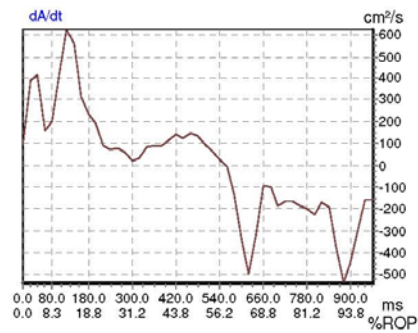
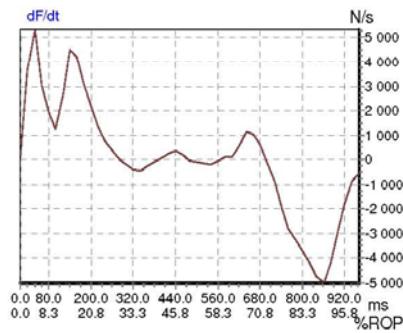
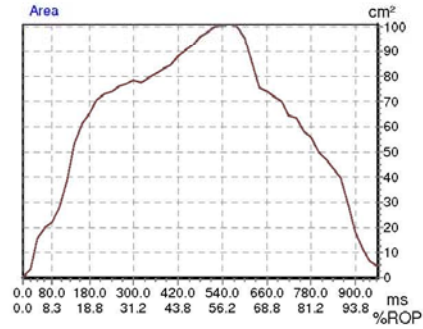
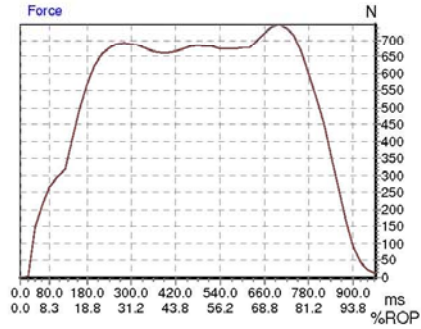
Frame: MPP Max.Force: 746.828 N in frame 35

Area: 125.879 cm² Peak Pressure: 405.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

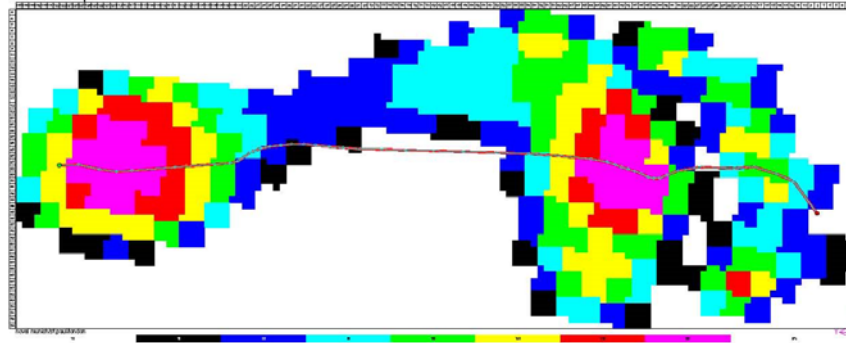
Number of frames: 48

Number of sensors per cm²: 28.170

Original comments: This is transformed file



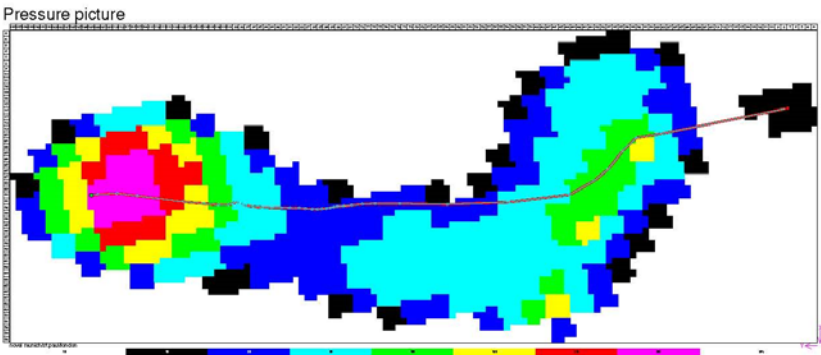
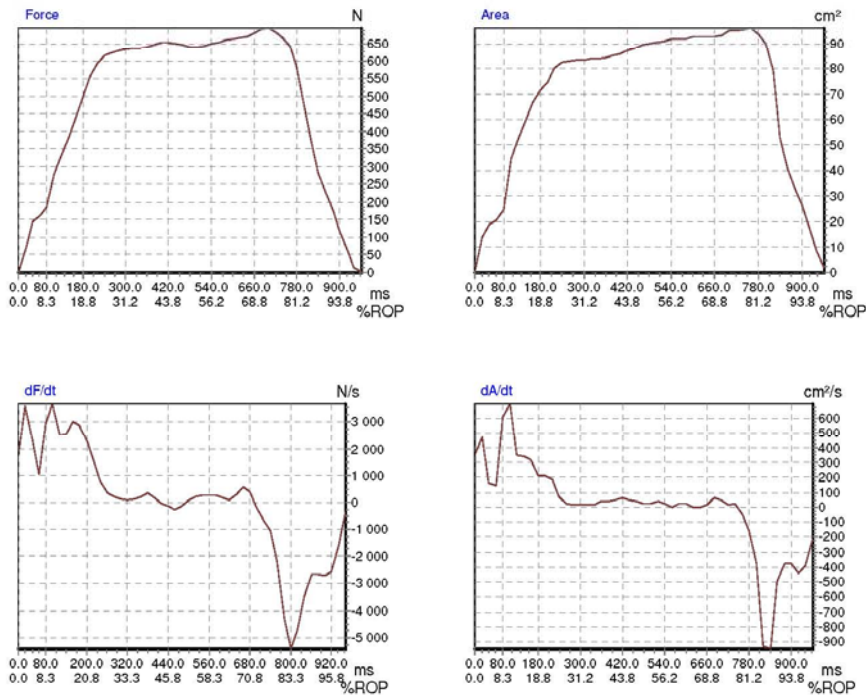
Pressure picture



Paciente 02

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\02[redacted]pós-operatório\Ficheiros tra[redacted]a.d_2.tra
Date: 28/12/2015 Time: 12:51:45
Frame: MPP Max.Force: 694.665 N in frame 35
Area: 110.489 cm² Peak Pressure: 370.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 48
Number of sensors per cm²: 29.043
Original comments: This is transformed file

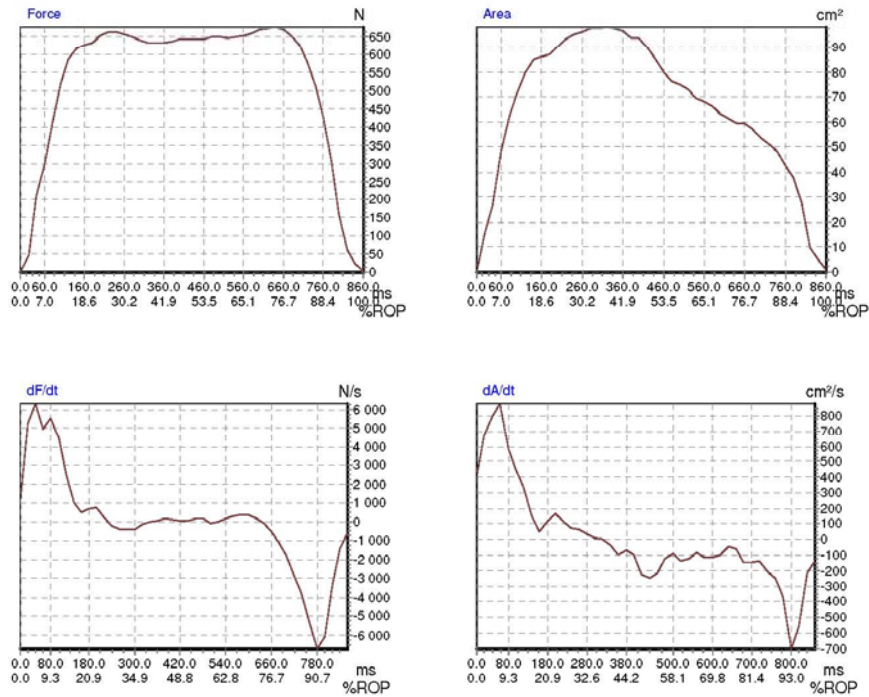


force & area derivatives

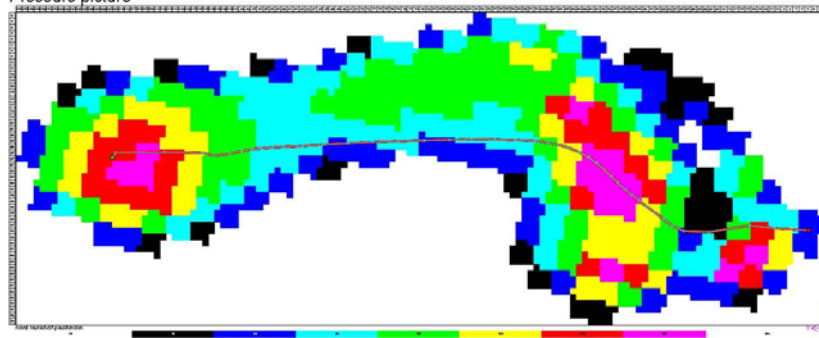
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\02 [redacted] pós-operatório\Ficheiros tra [redacted] 1.a.e_1.tra

Date: 28/12/2015 Time: 12:54:11
Frame: MPP Max.Force: 677.876 N in frame 32
Area: 133.457 cm² Peak Pressure: 580.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 43
Number of sensors per cm²: 27.102
Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\02\pré-operatório\Ficheiros TRA_1.a.d.2.tra

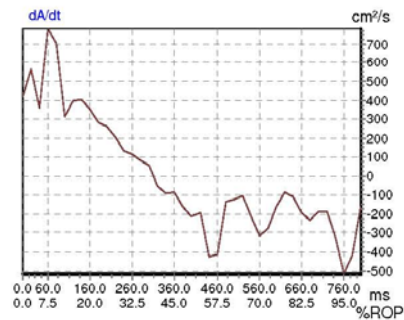
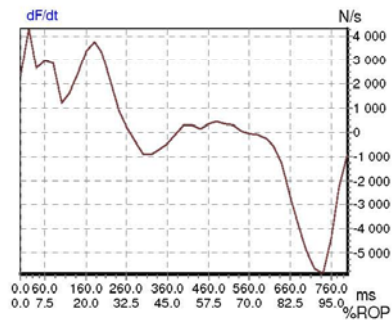
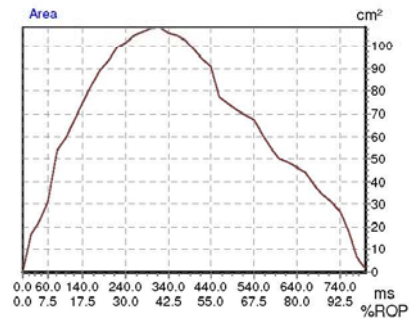
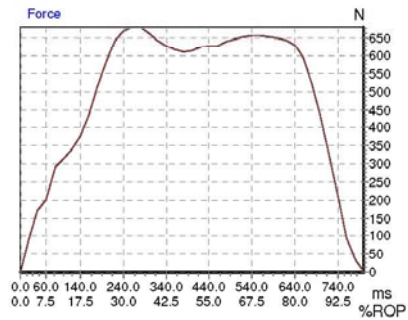
Date: 09/11/2015 Time: 13:59:02

Frame: MPP Max.Force: 681.371 N in frame 14

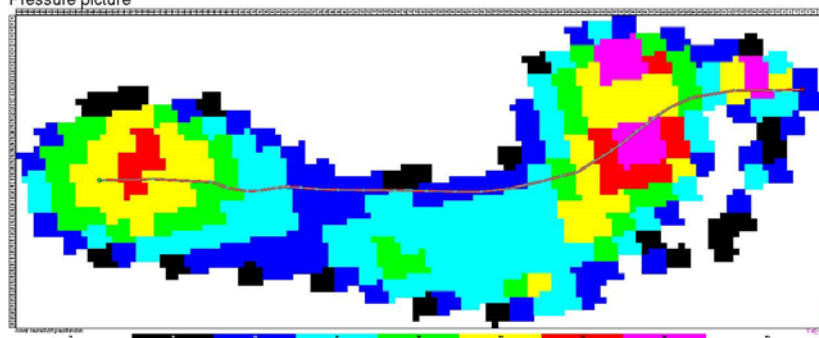
Area: 128.378 cm² Peak Pressure: 685.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 40

Number of sensors per cm²: 27.886

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\02\pré-operatório\Ficheiros TRA_1.a.e_1.tra

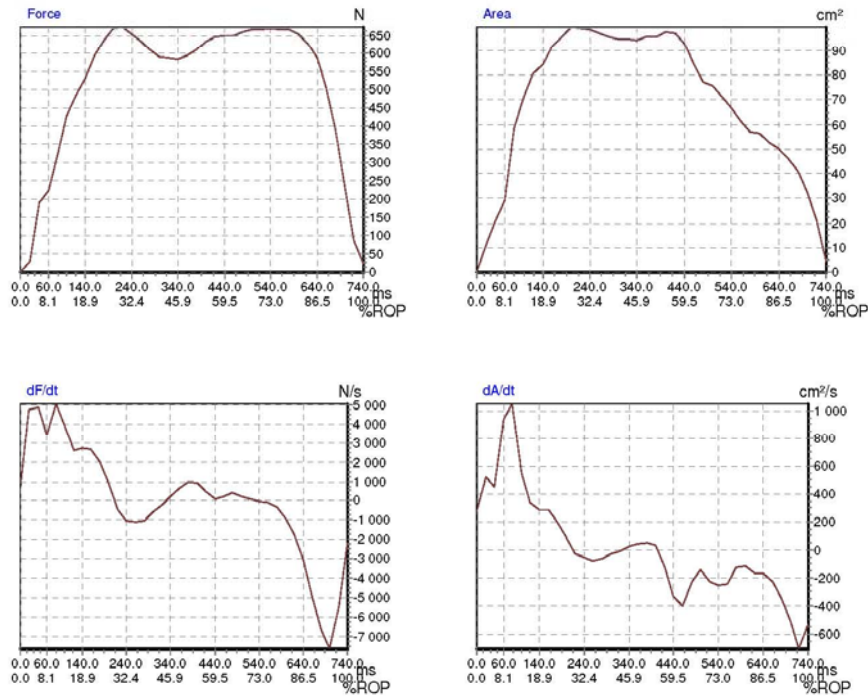
Date: 09/11/2015 Time: 14:01:06

Frame: MPP Max.Force: 674.115 N in frame 11

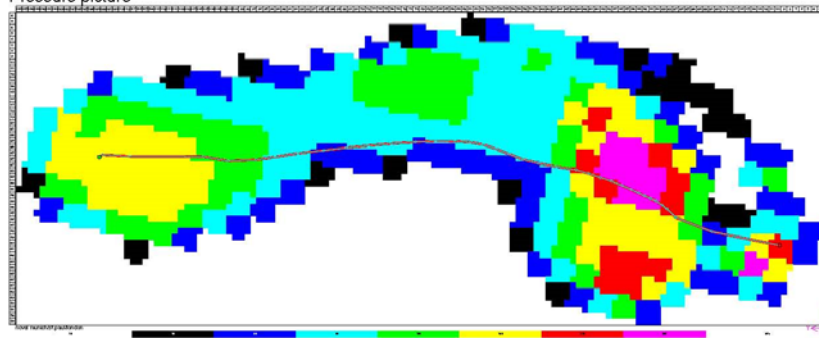
Area: 130.061 cm² Peak Pressure: 415.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 37

Number of sensors per cm²: 28.664

Original comments: This is transformed file



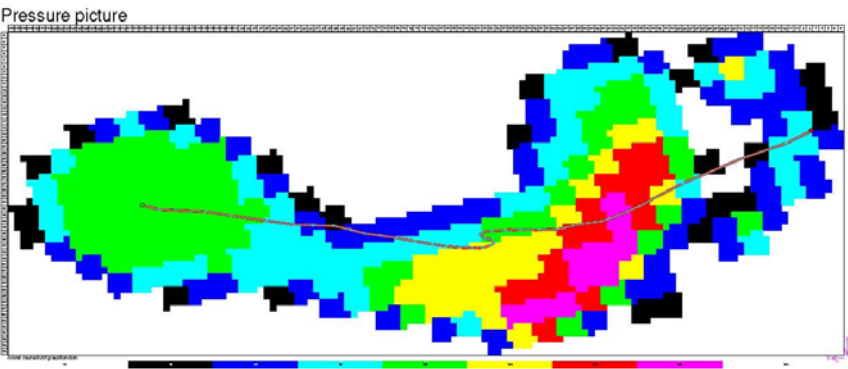
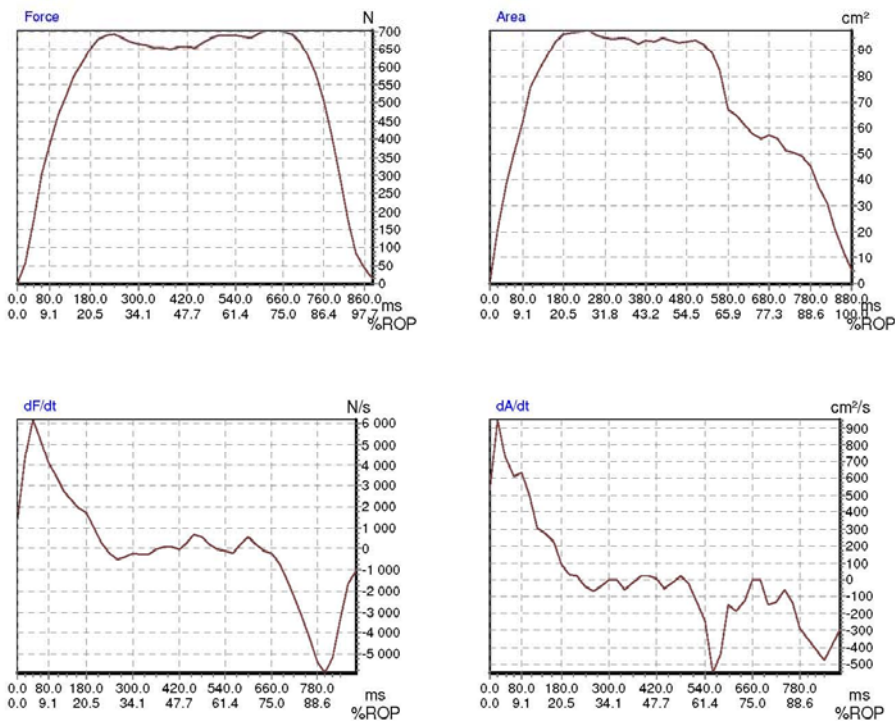
Pressure picture



Paciente 03

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\03 [redacted] Pós-operatório\Ficheiros
tra [redacted]_1.a.d_1.tra
Date: 28/12/2015 Time: 11:29:57
Frame: MPP Max.Force: 703.772 N in frame 31
Area: 124.495 cm² Peak Pressure: 930.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 44
Number of sensors per cm²: 28.194
Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\03_1.a.e_2.tra Pós-operatório\Ficheiros

tra_1.a.e_2.tra

Date: 28/12/2015 Time: 11:32:59

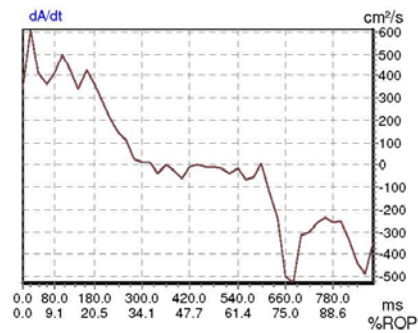
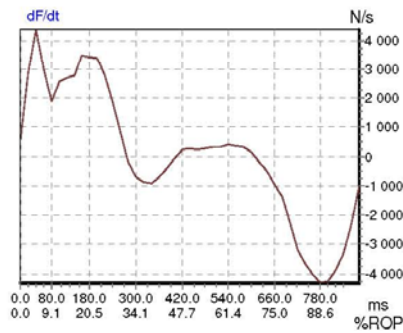
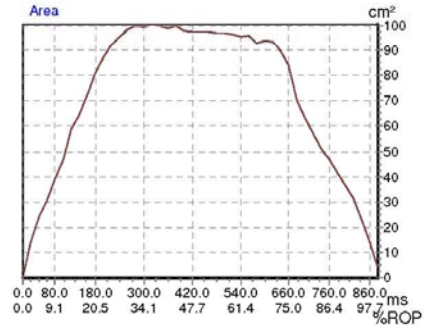
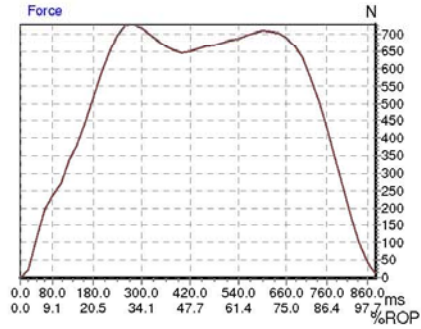
Frame: MPP Max.Force: 729.494 N in frame 14

Area: 118.651 cm² Peak Pressure: 275.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

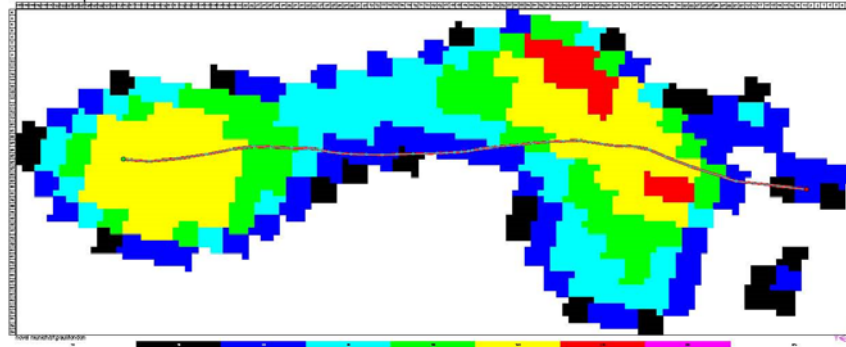
Number of frames: 44

Number of sensors per cm²: 28.318

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\03\1-a.d_3.tra Pré-operatório\Ficheiros

TRA 1-a.d_3.tra

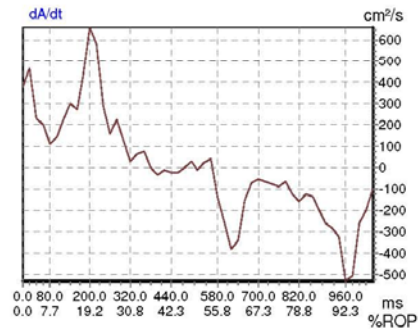
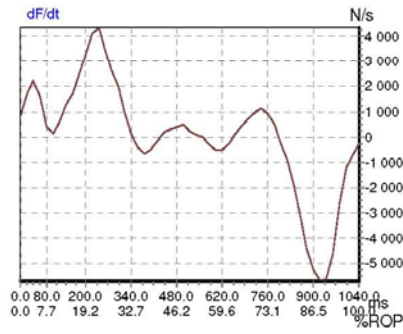
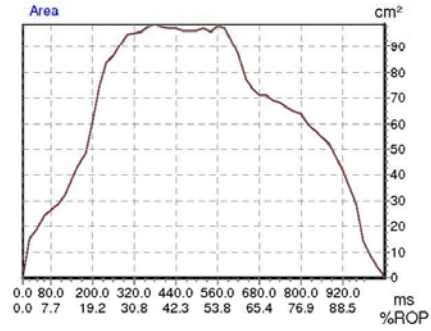
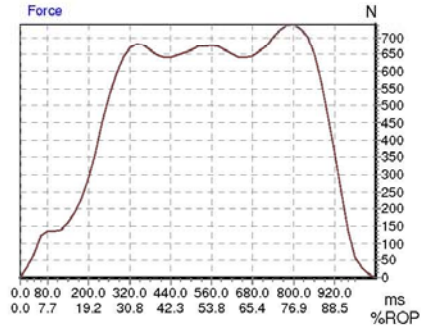
Date: 09/11/2015 Time: 12:16:11

Frame: MPP Max.Force: 739.132 N in frame 40

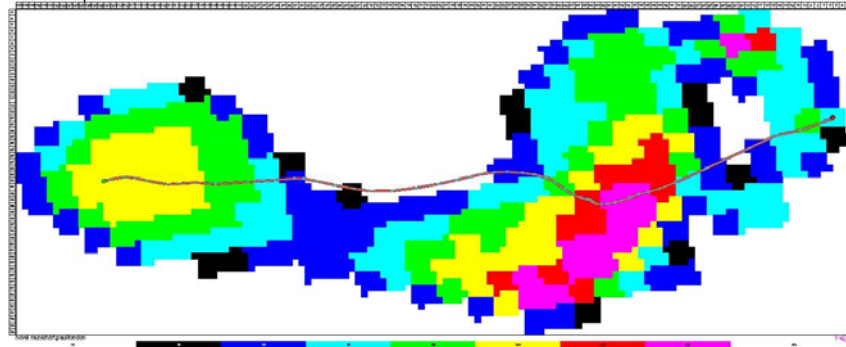
Area: 123.482 cm² Peak Pressure: 955.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 52

Number of sensors per cm²: 28,368

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\03\ [redacted] Pré-operatório\Ficheiros

TRA [redacted] 1-a.e_3.tra

Date: 09/11/2015 Time: 12:19:47

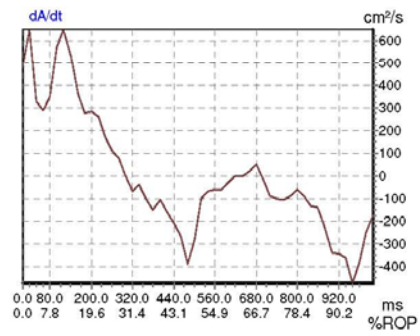
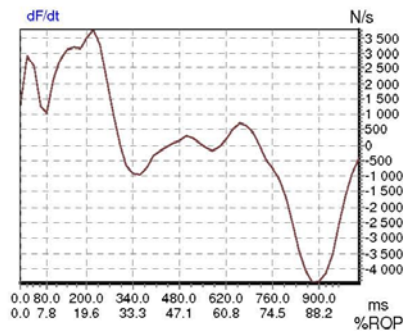
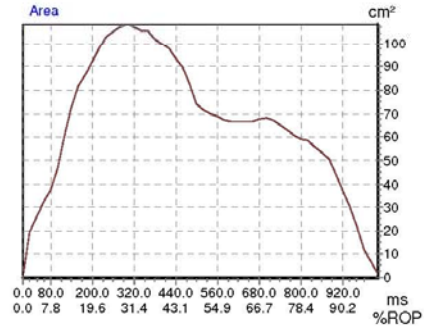
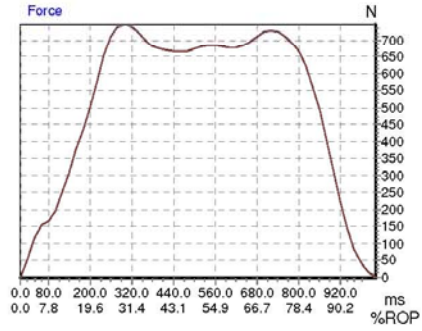
Frame: MPP Max.Force: 746.867 N in frame 15

Area: 127.973 cm² Peak Pressure: 500.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

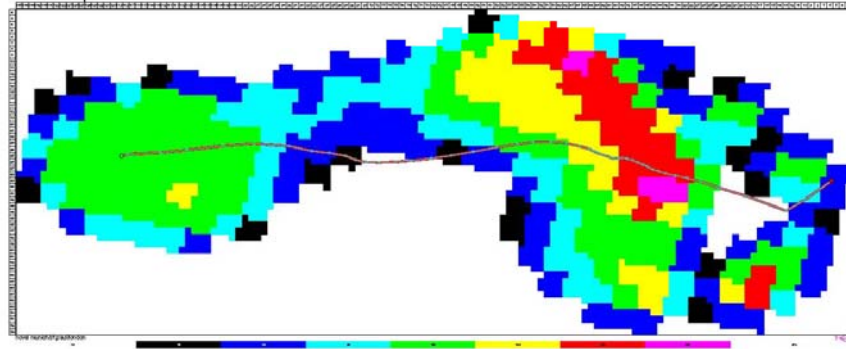
Number of frames: 51

Number of sensors per cm²: 28.686

Original comments: This is transformed file



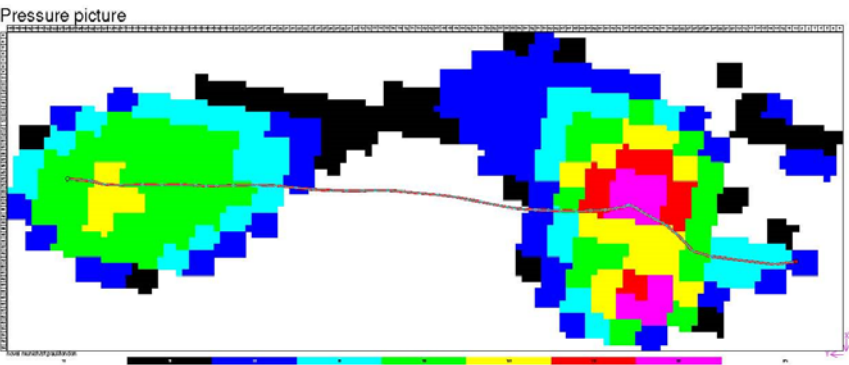
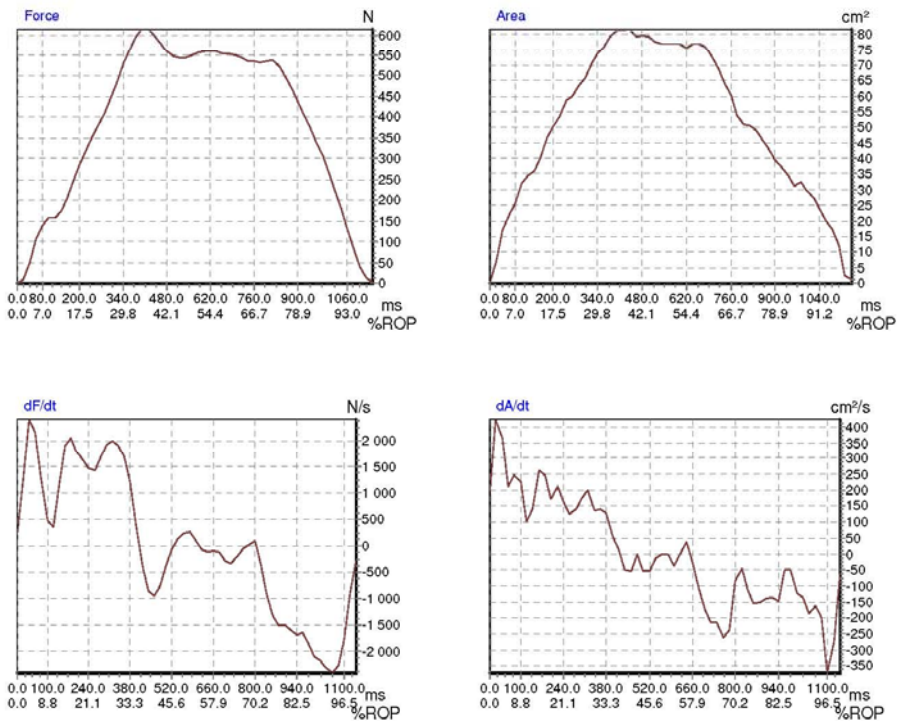
Pressure picture



Paciente 04

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\04_1.a.e.tra Pré-operatório\Ficheiros
tra_1.a.e.tra
Date: 28/09/2015 Time: 11:33:24
Frame: MPP Max.Force: 613.746 N in frame 20
Area: 96.014 cm² Peak Pressure: 425.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 57
Number of sensors per cm²: 33.537
Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\04_1.a.d_2.tra Pré-operatório\Ficheiros

tra_1.a.d_2.tra

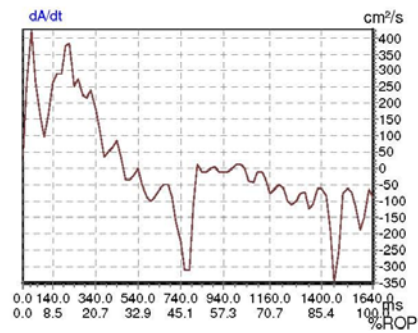
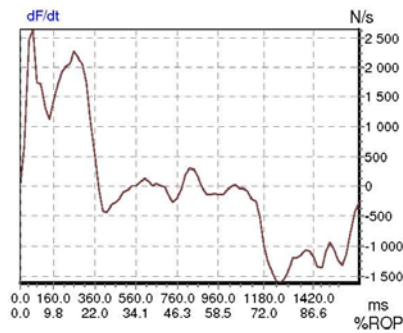
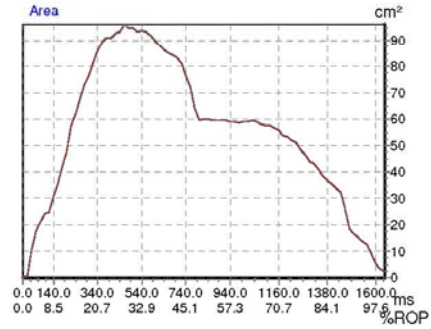
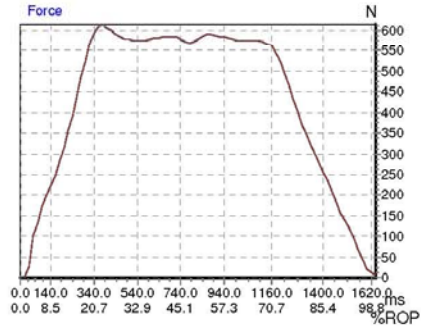
Date: 28/09/2015 Time: 11:35:36

Frame: MPP Max.Force: 615.304 N in frame 19

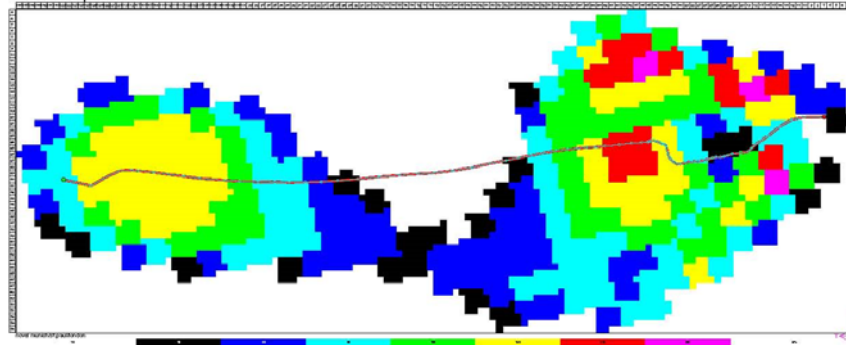
Area: 117.459 cm² Peak Pressure: 555.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 82

Number of sensors per cm²: 29.900

Original comments: This is transformed file



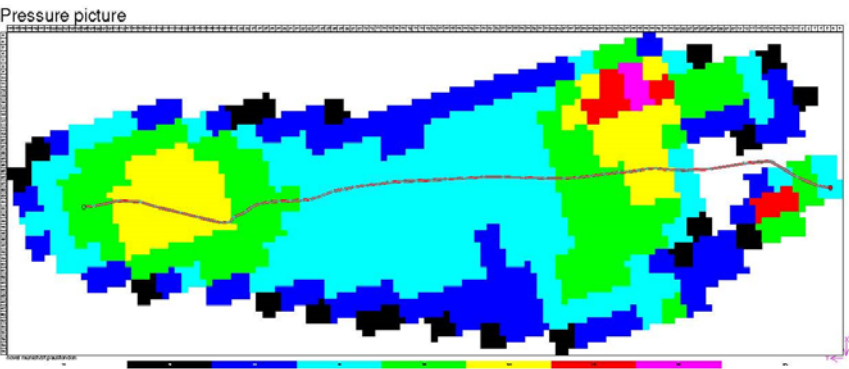
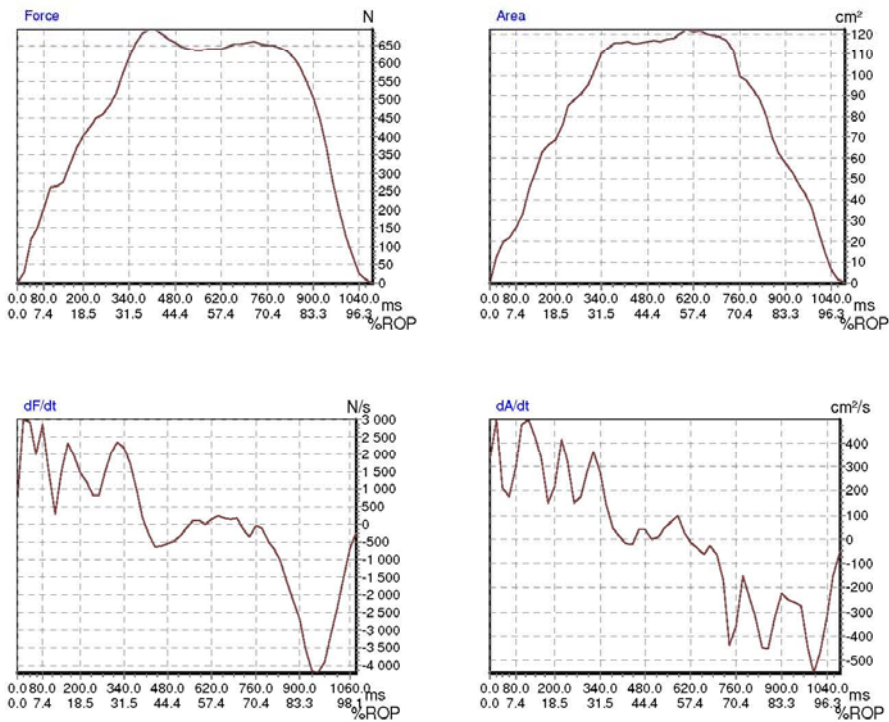
Pressure picture



Paciente 05

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\05 [redacted] Pós-operatório\Ficheiros
tra [redacted] i.a.d_2.tra
Date: 28/12/2015 Time: 11:58:20
Frame: MPP Max.Force: 693.614 N in frame 20
Area: 156.884 cm² Peak Pressure: 320.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 54
Number of sensors per cm²: 27.785
Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\05 [redacted] Pós-operatório\Ficheiros

tra [redacted] l.a.e_1.tra

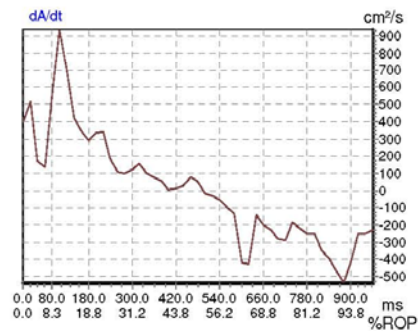
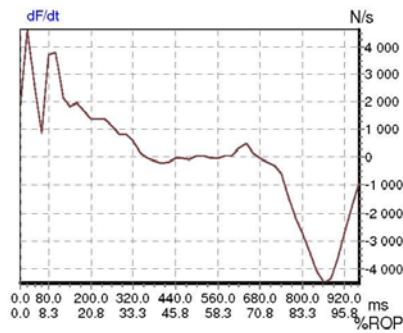
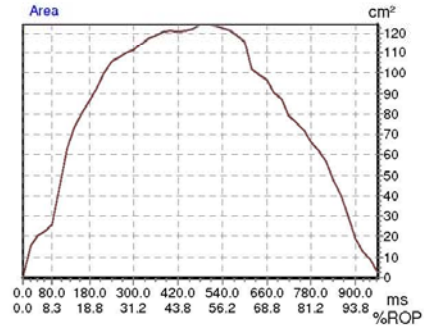
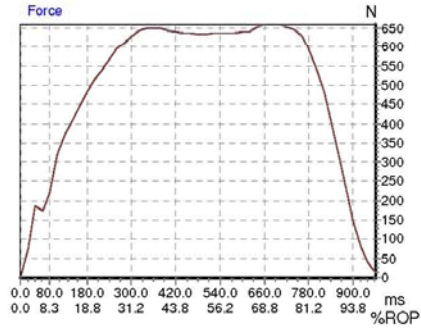
Date: 28/12/2015 Time: 12:01:12

Frame: MPP Max.Force: 659.653 N in frame 34

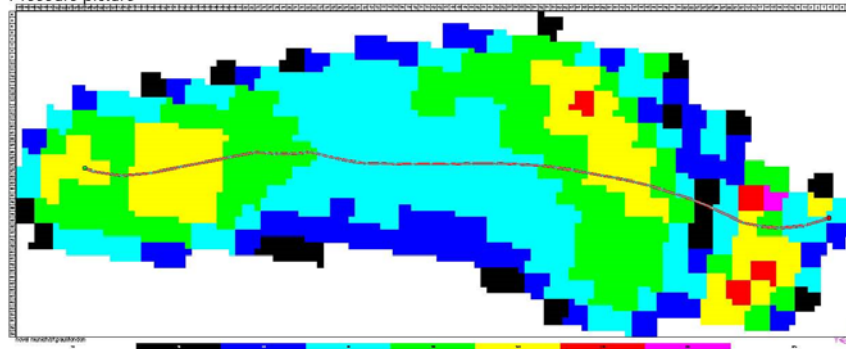
Area: 160.644 cm² Peak Pressure: 350.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 48

Number of sensors per cm²: 26.705

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\05_1.a.d_2.tra Pré-operatório\Ficheiros

tra_1.a.d_2.tra

Date: 28/09/2015 Time: 11:13:06

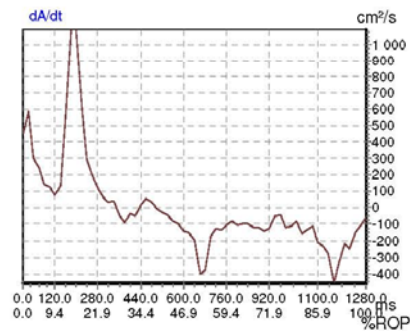
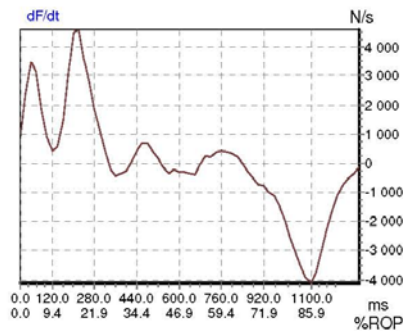
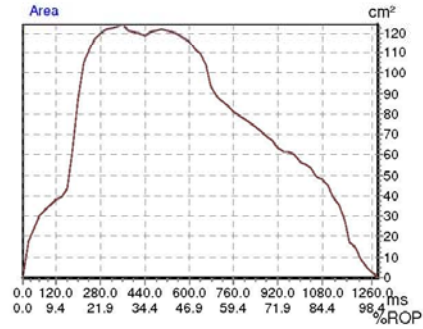
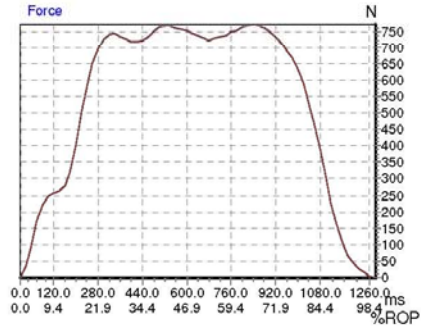
Frame: MPP Max.Force: 771.062 N in frame 42

Area: 158.870 cm² Peak Pressure: 345.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

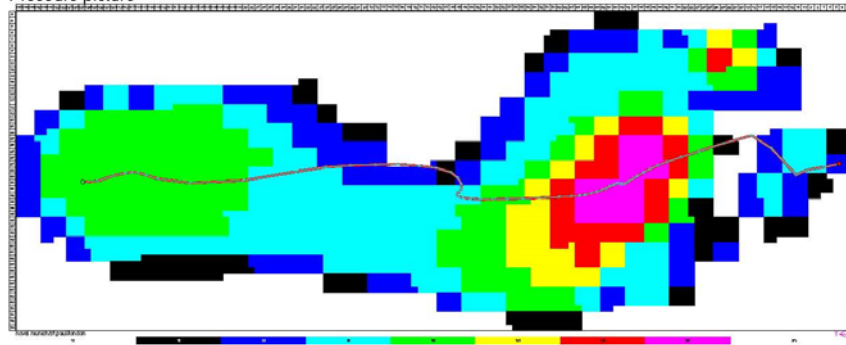
Number of frames: 64

Number of sensors per cm²: 25,184

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\05 [redacted] Pré-operatório\Ficheiros

tra [redacted]_1.a.e_2.tra

Date: 28/09/2015 Time: 11:12:19

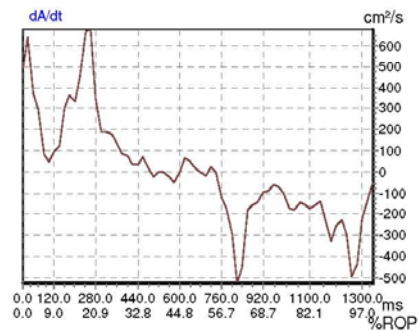
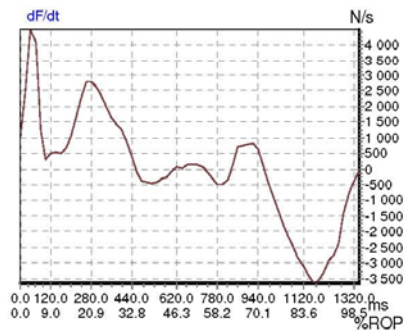
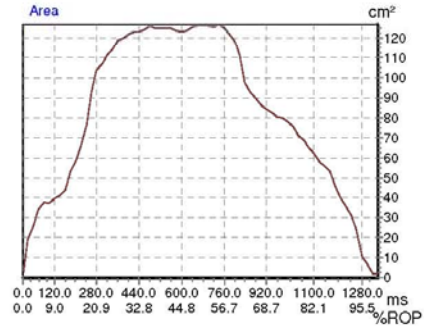
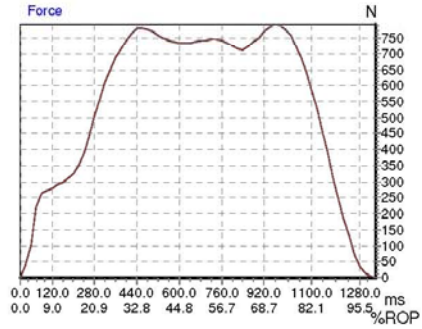
Frame: MPP Max.Force: 793.660 N in frame 48

Area: 155.573 cm² Peak Pressure: 315.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

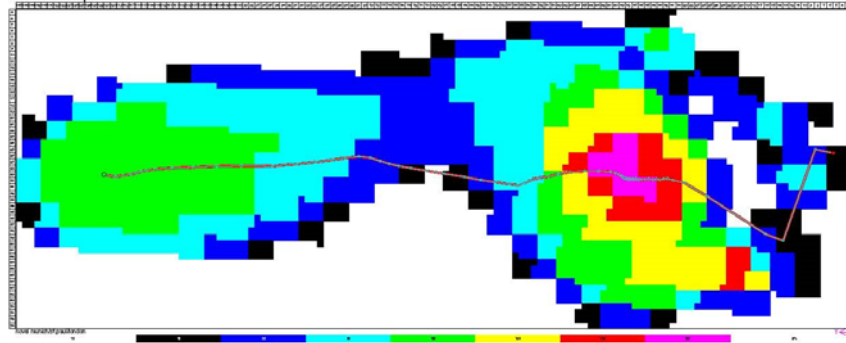
Number of frames: 67

Number of sensors per cm²: 25.801

Original comments: This is transformed file



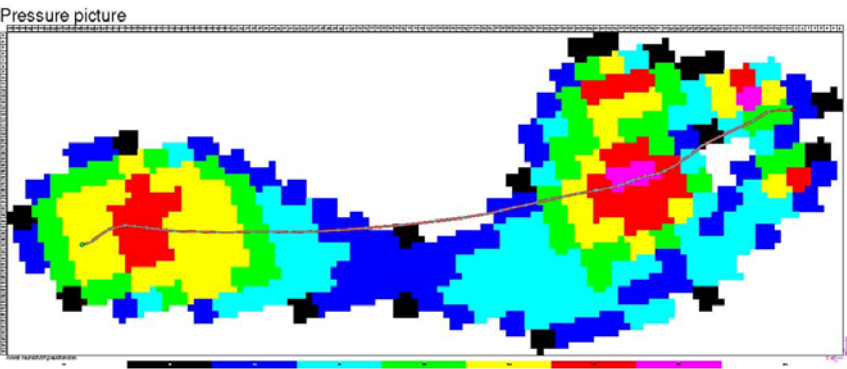
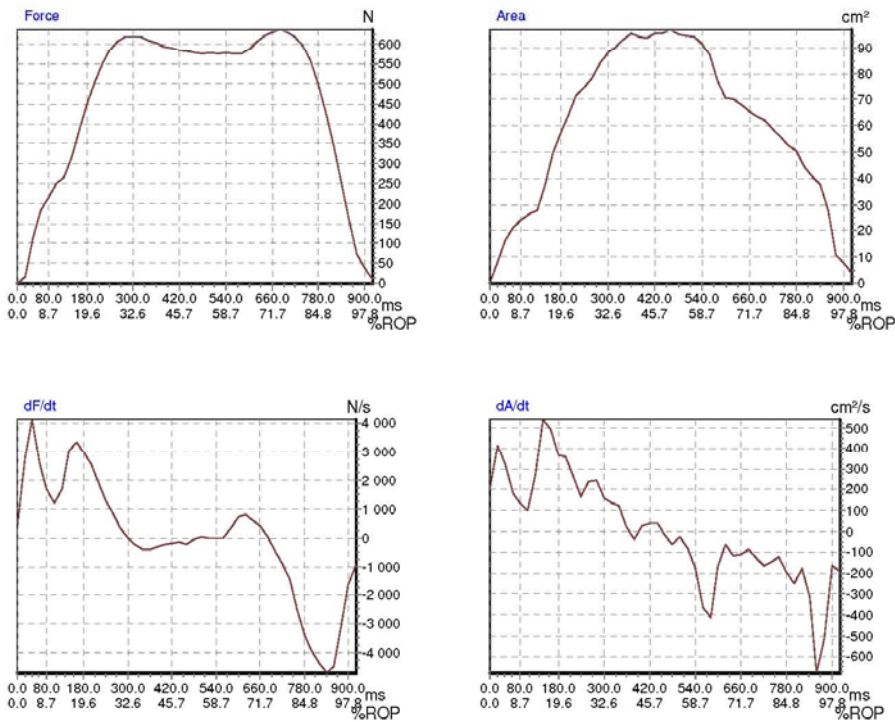
Pressure picture



Paciente 06

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

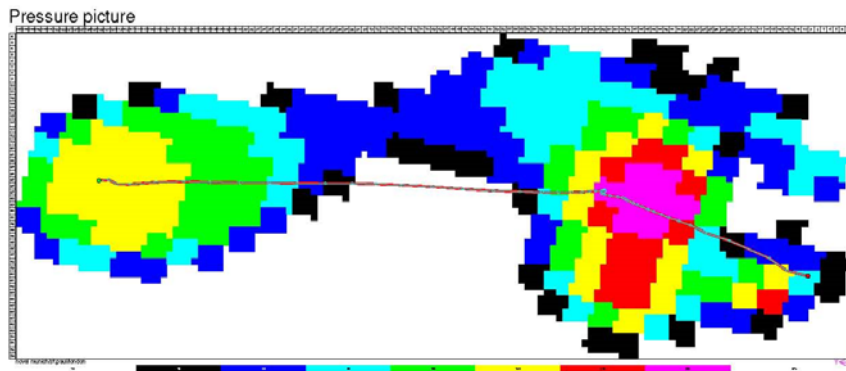
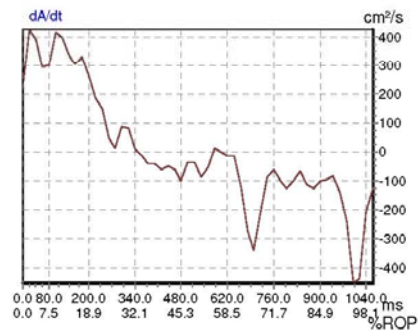
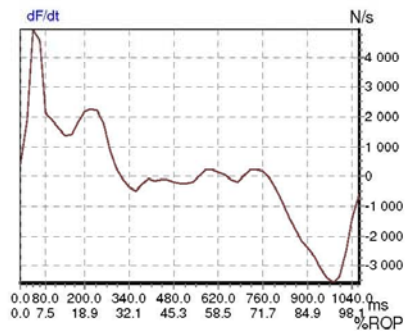
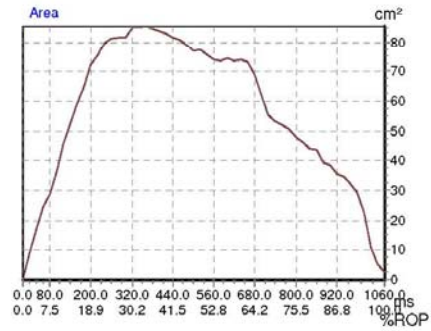
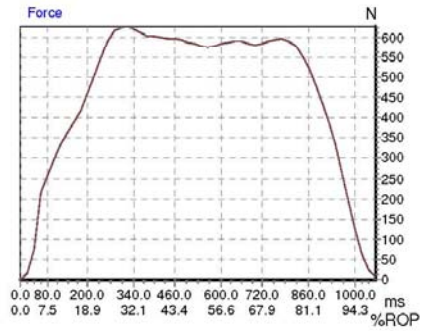
Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\06_1.a.d_5.tra Pós-operatório\Ficheiros
tra_1.a.d_5.tra
Date: 28/12/2015 Time: 10:53:47
Frame: MPP Max.Force: 639.513 N in frame 34
Area: 121.575 cm² Peak Pressure: 475.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 46
Number of sensors per cm²: 28.493
Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

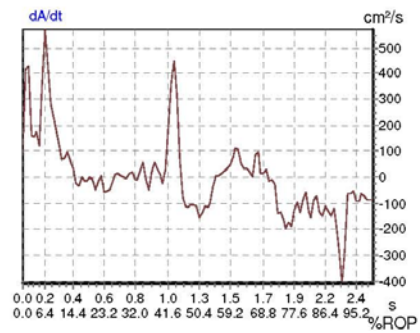
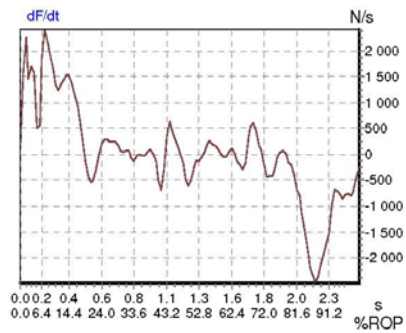
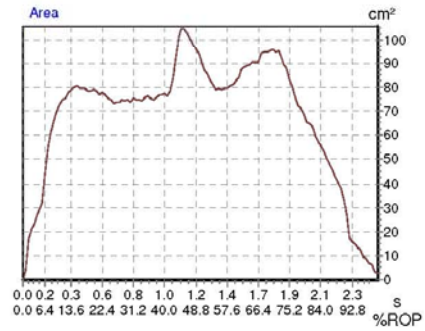
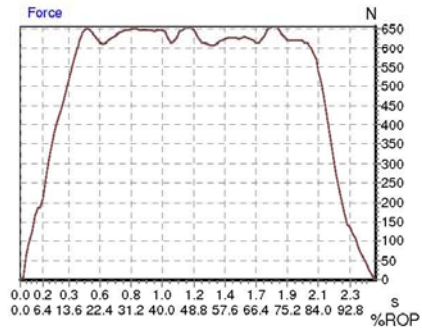
Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
 20_06_2016\06- [redacted] Pós-operatório\Ficheiros
 tra [redacted] 1.a.e_2.tra
 Date: 28/12/2015 Time: 10:55:38
 Frame: MPP Max.Force: 627.695 N in frame 16
 Area: 111.520 cm² Peak Pressure: 630.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 53
 Number of sensors per cm²: 32.577
 Original comments: This is transformed file



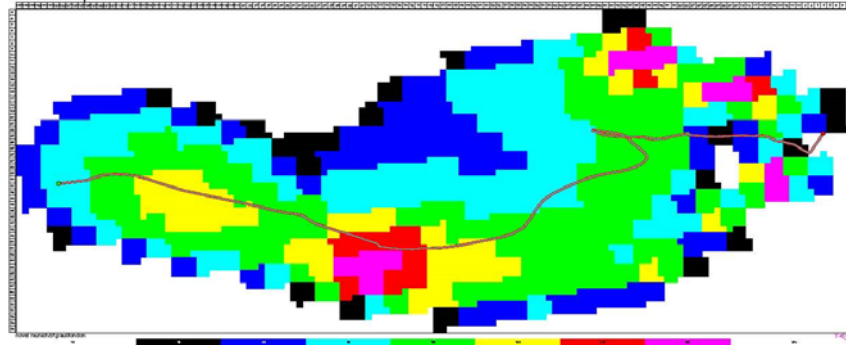
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
 20_06_2016\06-carrapato_damas_maria_fernanda\Pré-operatório\Ficheiros
 tra\carrapato_damas_maria_fernanda_1.a.d.tra
 Date: 28/09/2015 Time: 11:00:17
 Frame: MPP Max.Force: 657.364 N in frame 90
 Area: 166.068 cm² Peak Pressure: 685.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms
 Number of frames: 125 Number of sensors per cm²: 25.044
 Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\06 [redacted] Pré-operatório\Ficheiros

tra [redacted] a.e_2.tra

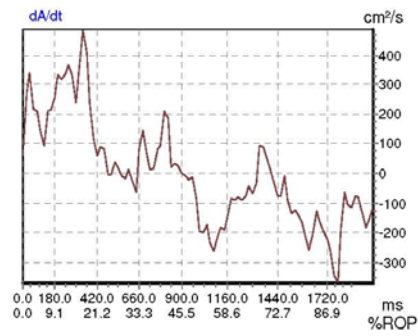
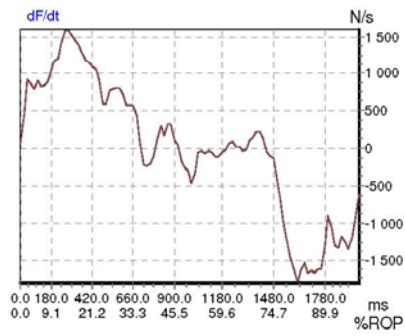
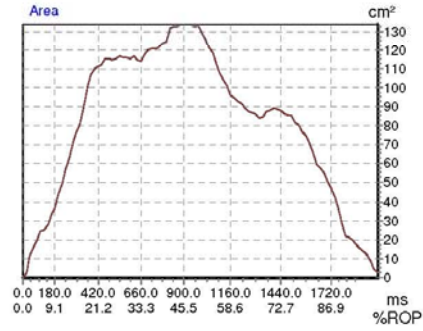
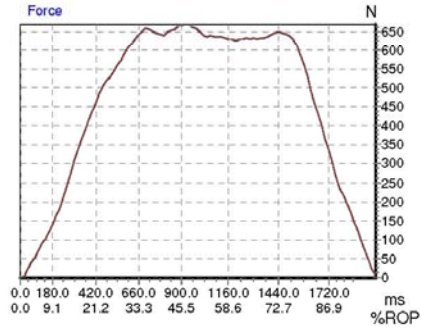
Date: 28/09/2015 Time: 11:02:27

Frame: MPP Max.Force: 669.049 N in frame 46

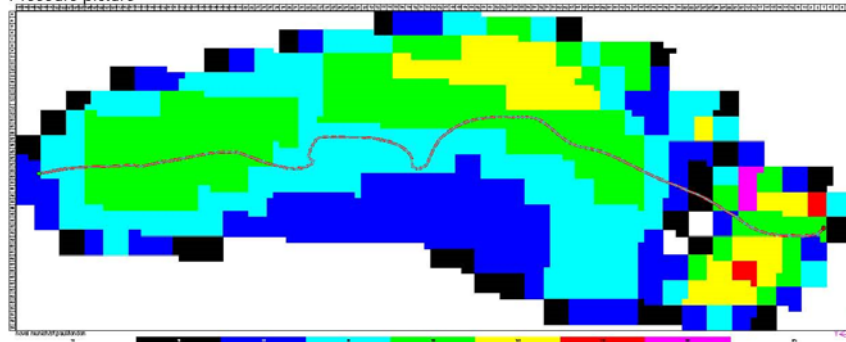
Area: 160.427 cm² Peak Pressure: 370.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 99

Number of sensors per cm²: 27.651

Original comments: This is transformed file



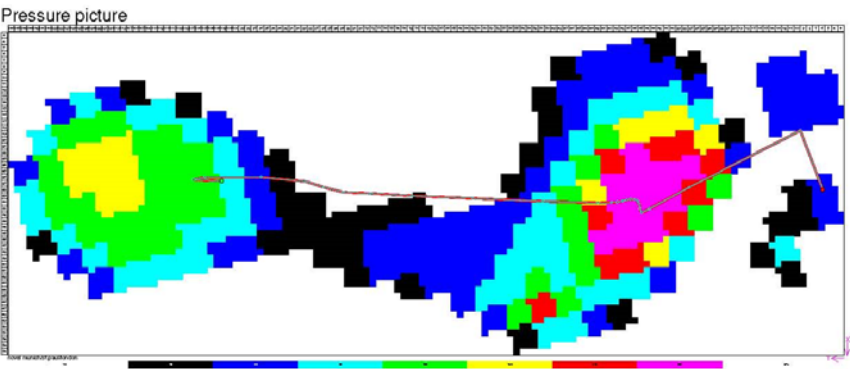
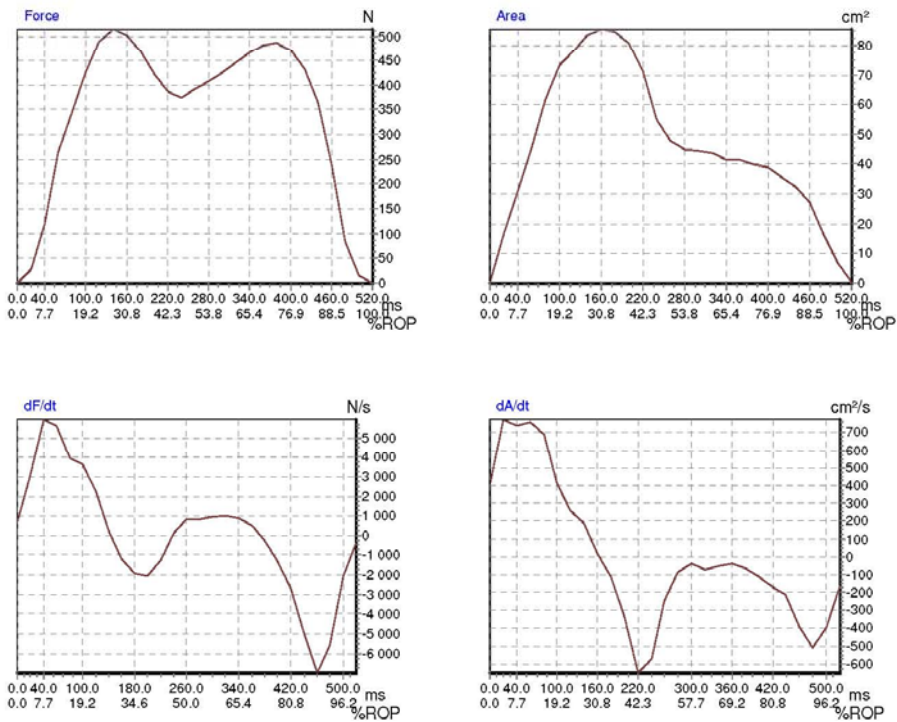
Pressure picture



Paciente 07

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\07 [redacted] Pós-operatório\Ficheiros tra [redacted] 1.a.d_4.tra
Date: 28/12/2015 Time: 12:40:22
Frame: MPP Max.Force: 514.104 N in frame 7
Area: 99.935 cm² Peak Pressure: 445.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 26
Number of sensors per cm²: 32.401
Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\07 [redacted] Pós-operatório\Ficheiros tra [redacted] 1.a.e_2.tra

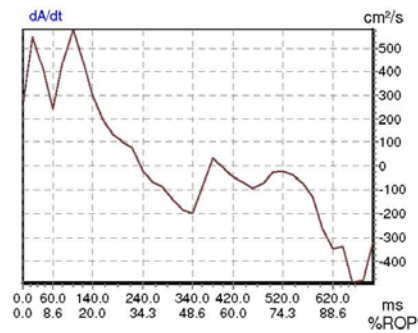
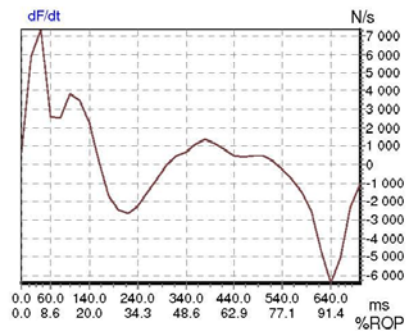
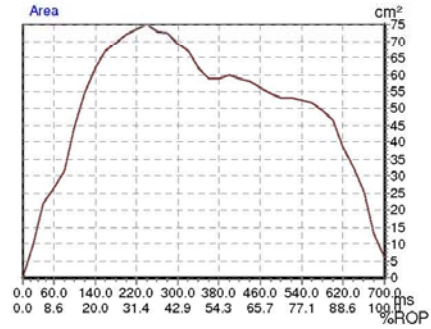
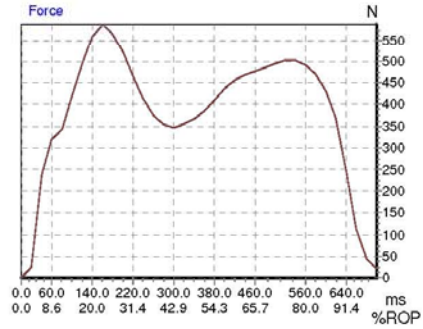
Date: 28/12/2015 Time: 12:42:11

Frame: MPP Max.Force: 586.854 N in frame 8

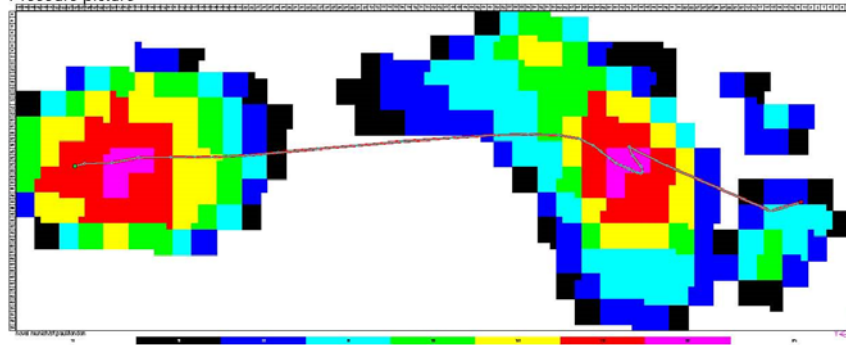
Area: 109.901 cm² Peak Pressure: 345.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 35

Number of sensors per cm²: 29.627

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\07- Pré-operatório\Ficheiros tra- 1.a.d_2.tra

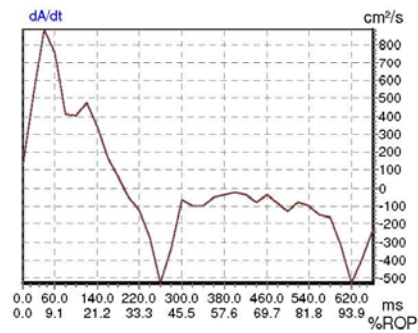
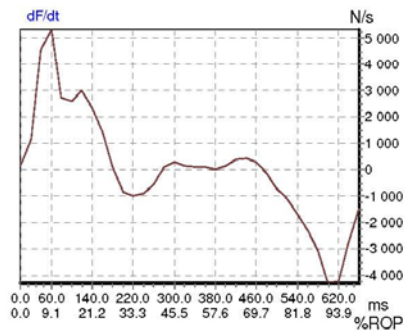
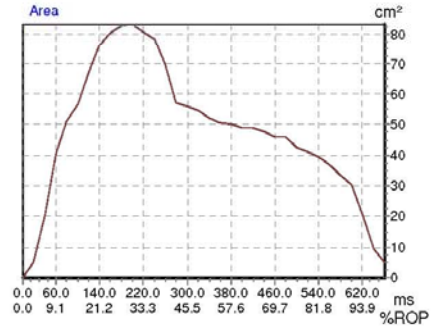
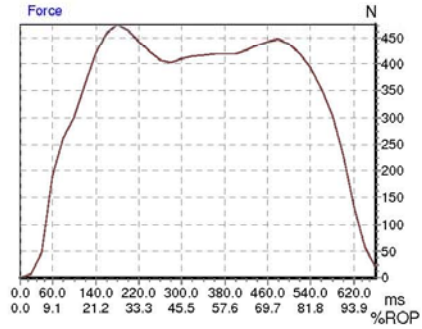
Date: 28/09/2015 Time: 12:59:58

Frame: MPP Max.Force: 475.341 N in frame 9

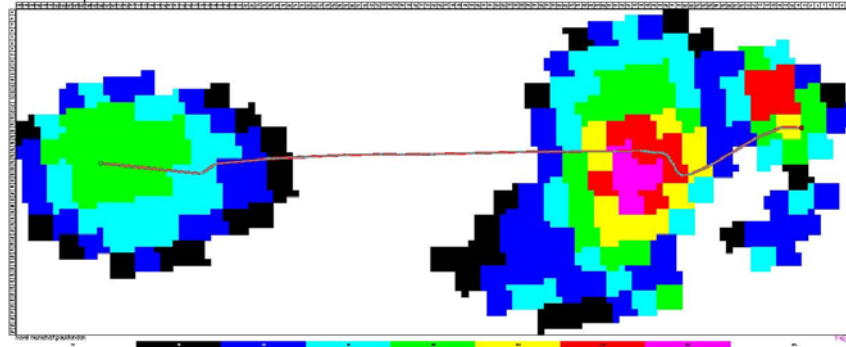
Area: 98.376 cm² Peak Pressure: 385.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 33

Number of sensors per cm²: 30.444

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\07 [redacted] Pré-operatório\Ficheiros tra [redacted] 1.a.e_2.tra

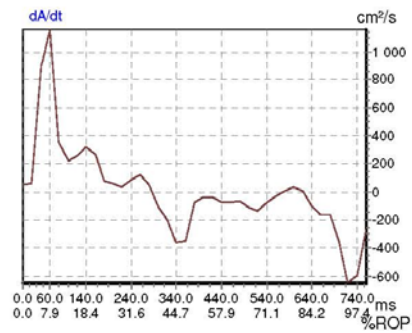
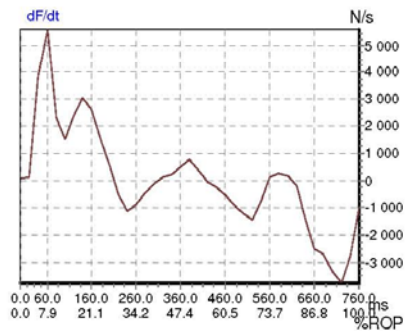
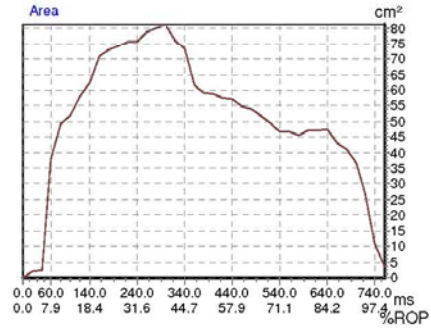
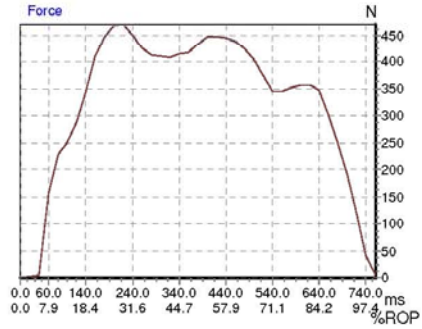
Date: 28/09/2015 Time: 12:58:44

Frame: MPP Max.Force: 470.561 N in frame 11

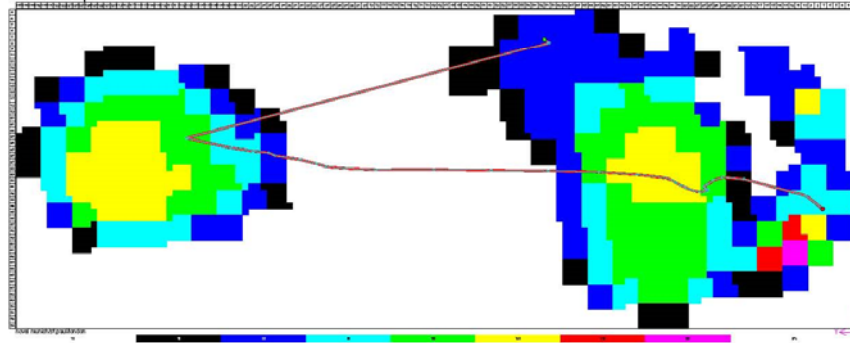
Area: 99.160 cm² Peak Pressure: 530.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 38

Number of sensors per cm²: 30.688

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



Paciente 08

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\08

1.a.d_4.tra

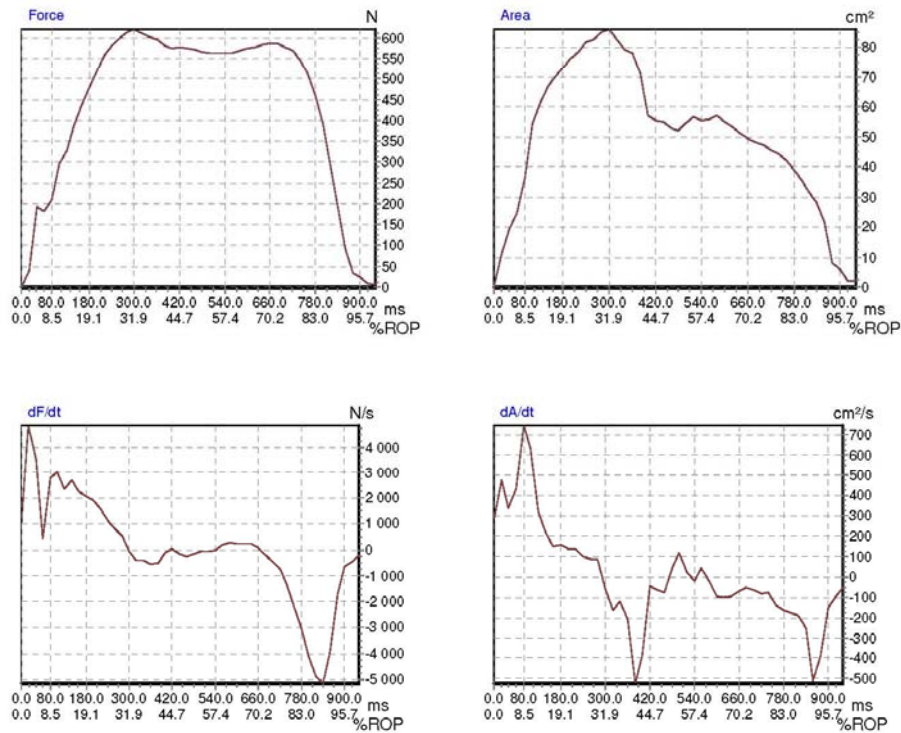
Date: 07/03/2016 Time: 13:48:01

Frame: MPP Max.Force: 621.411 N in frame 15

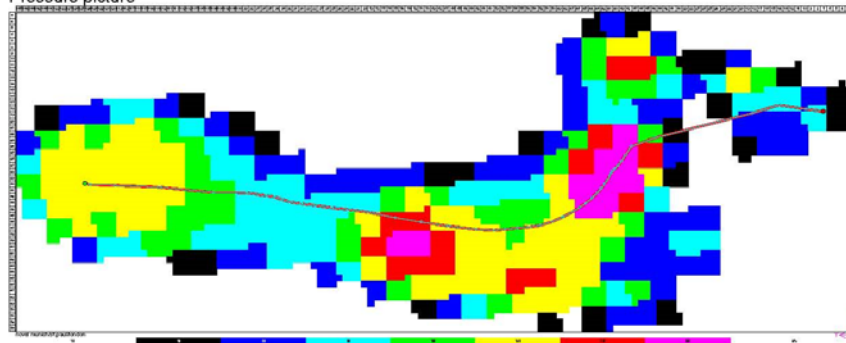
Area: 121.873 cm² Peak Pressure: 825.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 47

Number of sensors per cm²: 27.151

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\08

1.a.e_2.tra

Date: 07/03/2016 Time: 13:50:48

Frame: MPP Max.Force: 639.856 N in frame 42

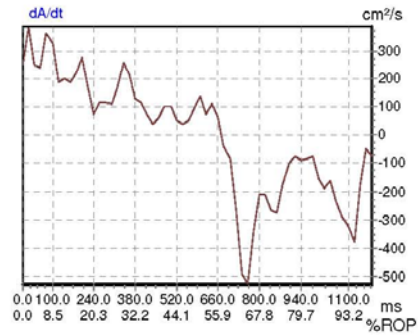
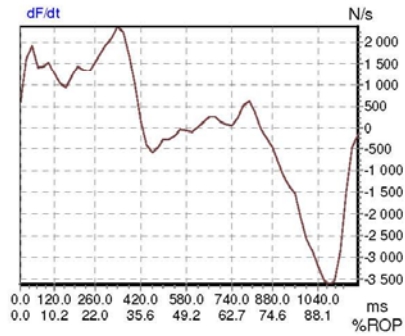
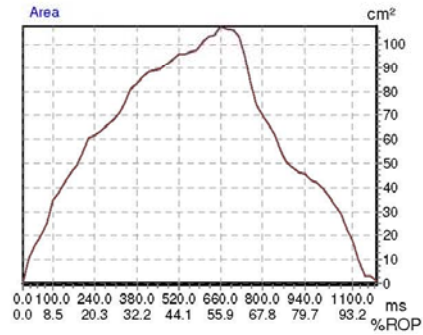
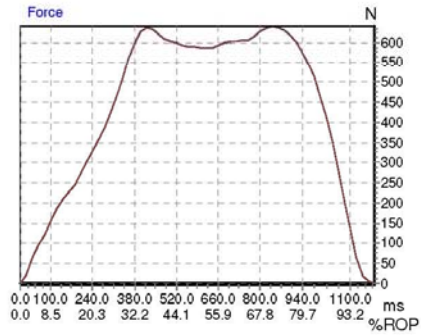
Area: 124.595 cm² Peak Pressure: 545.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

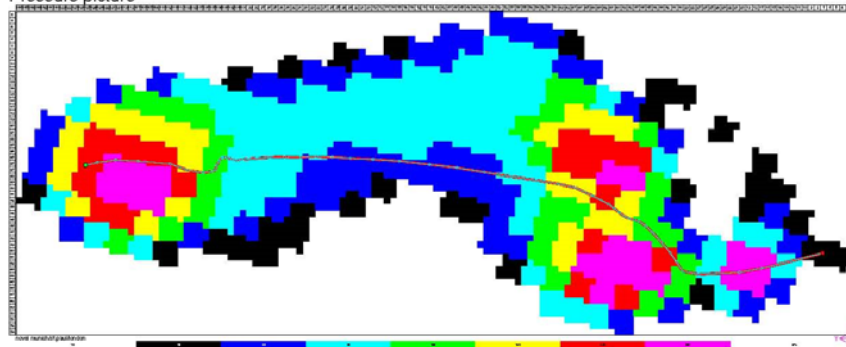
Number of frames: 59

Number of sensors per cm²: 28.966

Original comments: This is transformed file



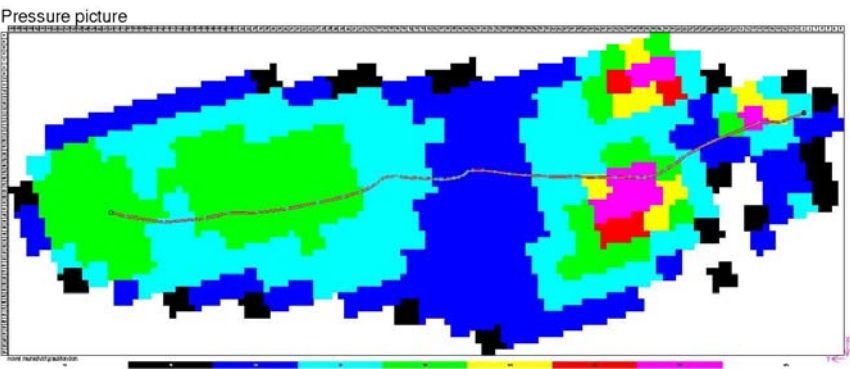
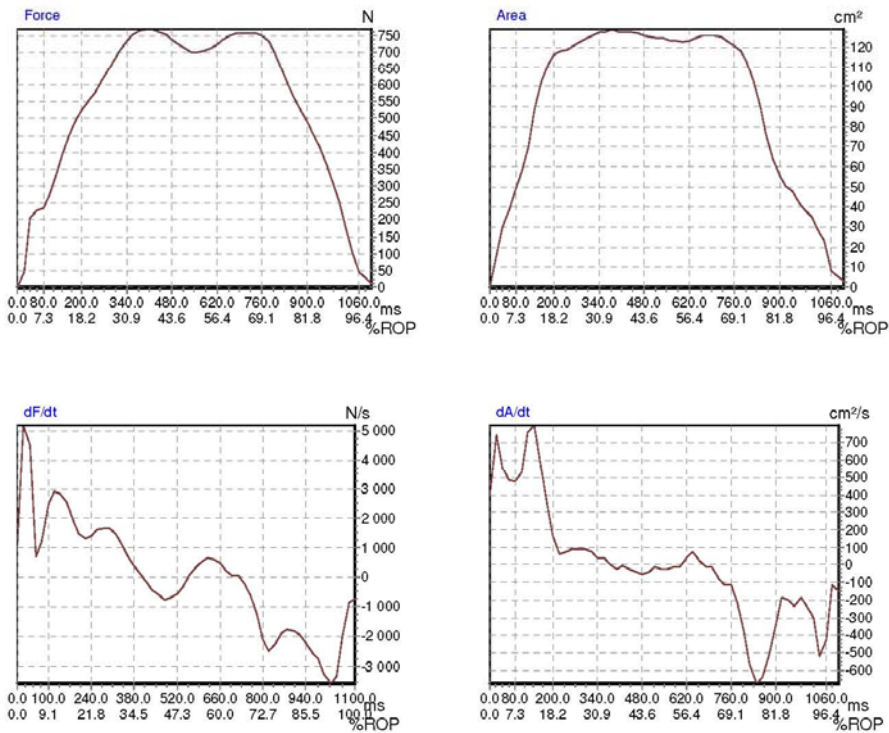
Pressure picture



Paciente 09

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

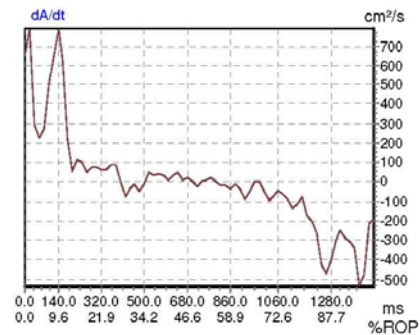
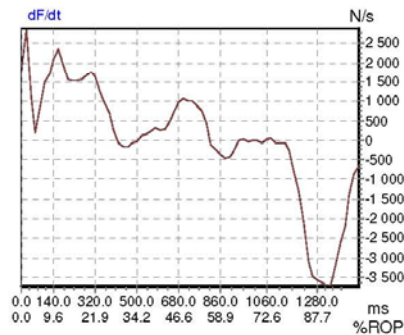
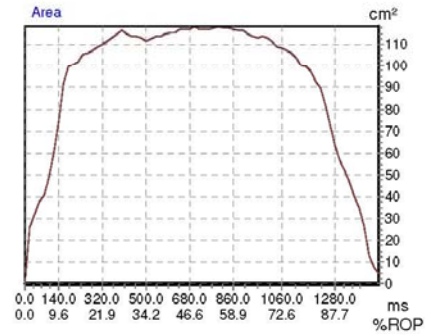
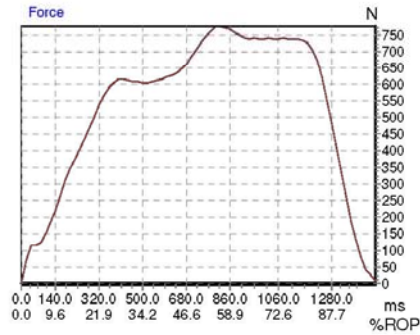
Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\09 [redacted] Pós-operatório\Ficheiros
tra [redacted] i.a.d. 2.tra
Date: 28/12/2015 Time: 12:25:25
Frame: MPP Max.Force: 767.985 N in frame 21
Area: 151.449 cm² Peak Pressure: 430.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 55
Number of sensors per cm²: 29.746
Original comments: This is transformed file



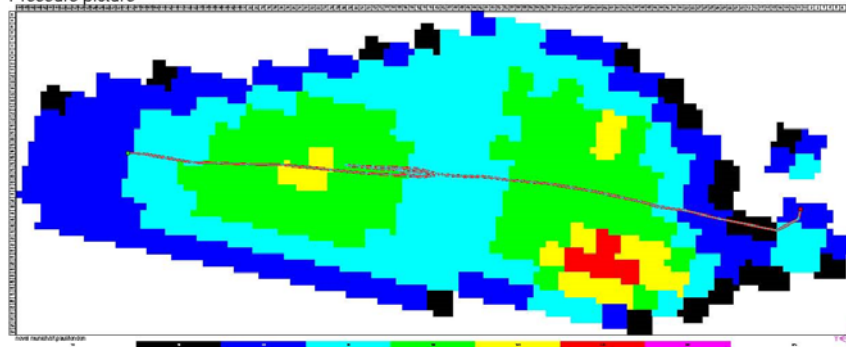
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\09_1.a.e.5.tra
 tra 1.a.e.5.tra
 Date: 28/12/2015 Time: 12:30:43
 Frame: MPP Max.Force: 775.109 N in frame 41
 Area: 147.164 cm² Peak Pressure: 270.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 73
 Number of sensors per cm²: 29.790
 Original comments: This is transformed file



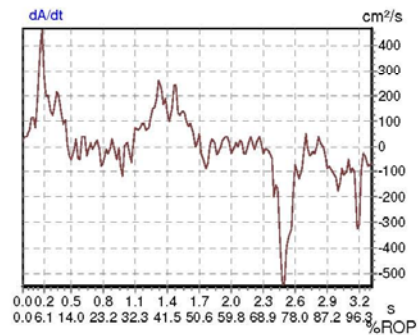
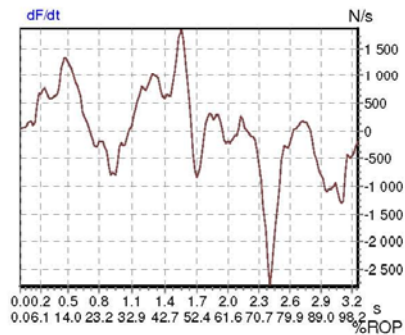
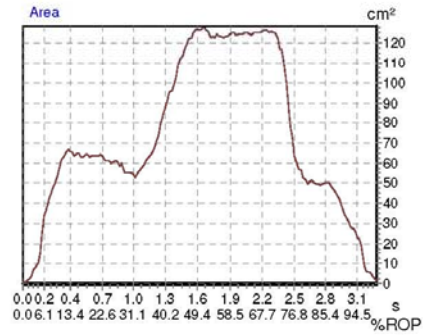
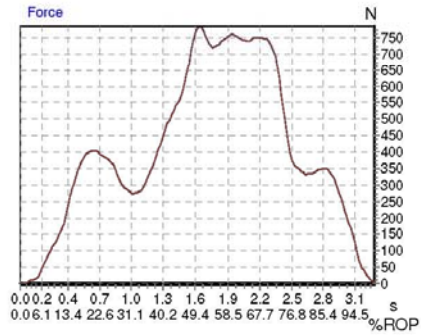
Pressure picture



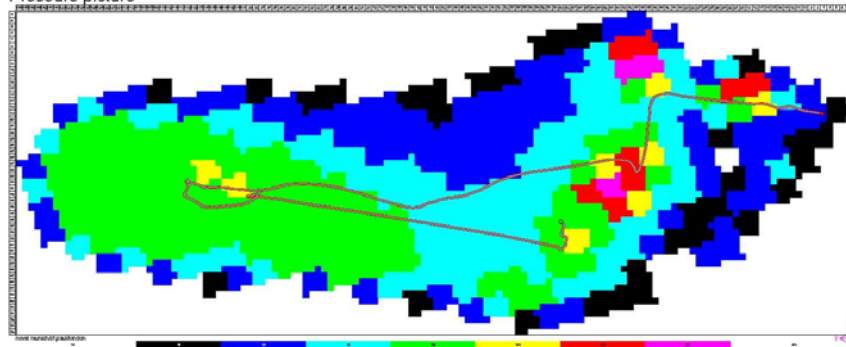
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\09_1.a.d.3.tra Pré-operatório\Ficheiros
 tra 1.a.d.3.tra
 Date: 09/11/2015 Time: 14:16:17
 Frame: MPP Max.Force: 784.541 N in frame 83
 Area: 155.054 cm² Peak Pressure: 505.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms
 Number of frames: 164 Number of sensors per cm²: 27.178
 Original comments: This is transformed file



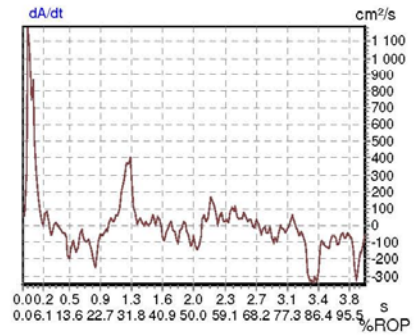
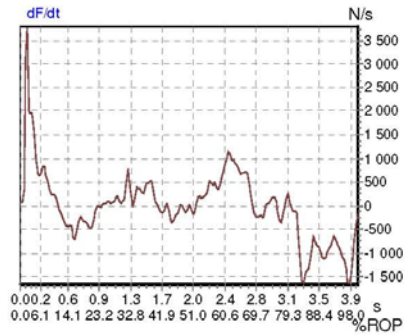
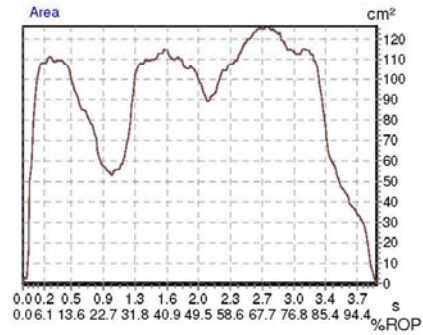
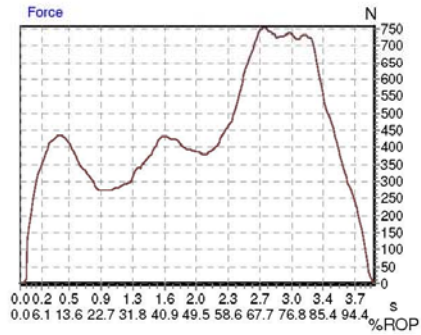
Pressure picture



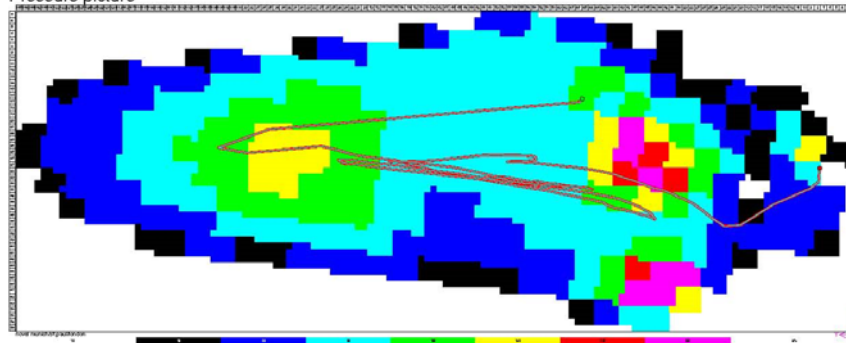
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\09_1.a.e.1.tra
 tra: 1.a.e.1.tra
 Date: 09/11/2015 Time: 14:19:42
 Frame: MPP Max.Force: 758.111 N in frame 136
 Area: 147.763 cm² Peak Pressure: 465.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms
 Number of frames: 198 Number of sensors per cm²: 30.447
 Original comments: This is transformed file



Pressure picture

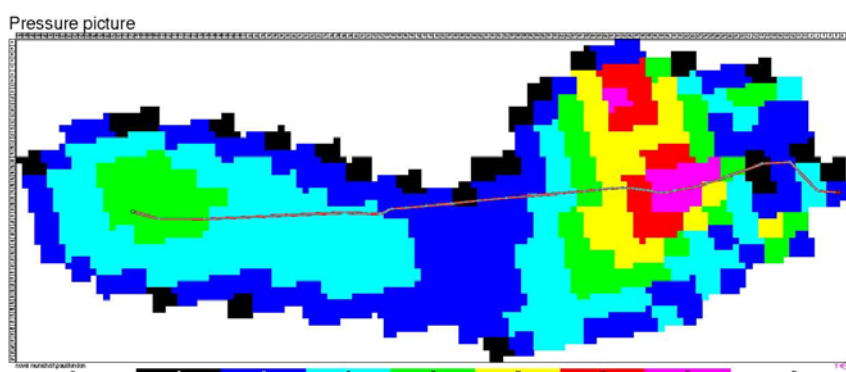
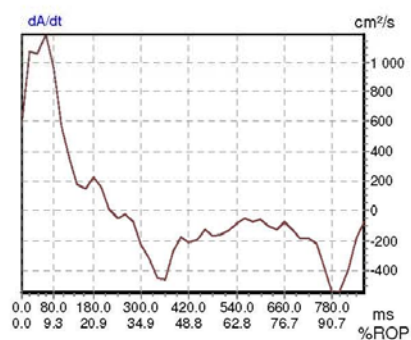
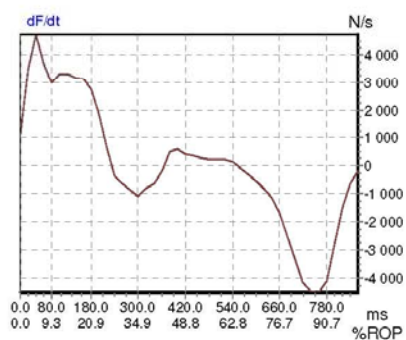
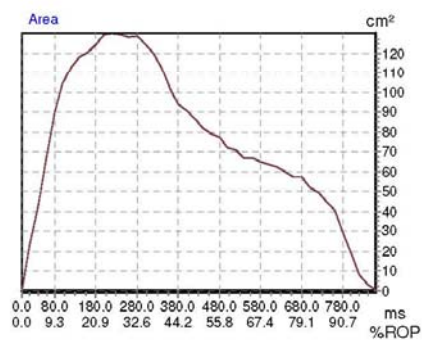
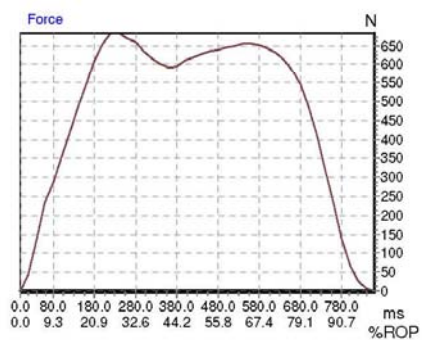


Paciente 10

force & area derivatives

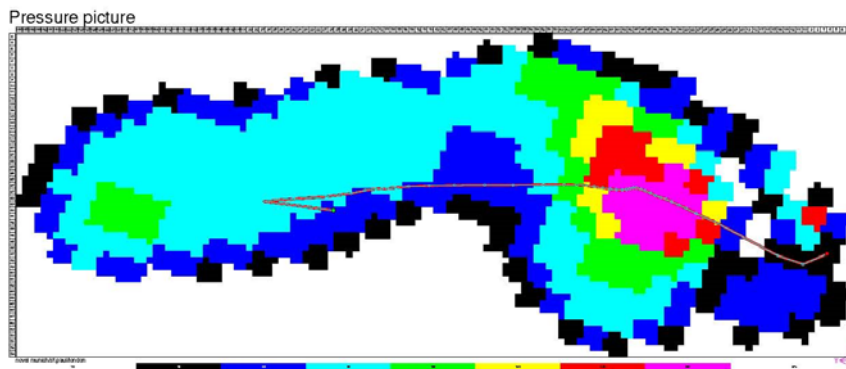
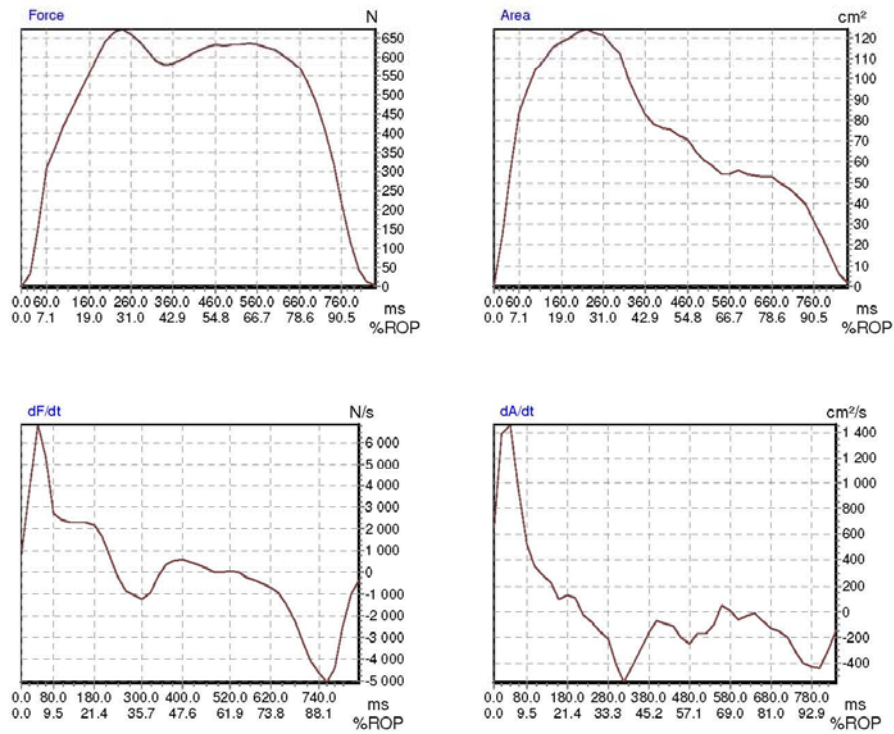
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\10 [REDACTED] P6s-operatório\Ficheiros
tra [REDACTED] i.a.d.tra
Date: 28/12/2015 Time: 10:45:02
Frame: MPP Max.Force: 682.114 N in frame 11
Area: 145.132 cm² Peak Pressure: 490.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 43
Number of sensors per cm²: 28.016
Original comments: This is transformed file



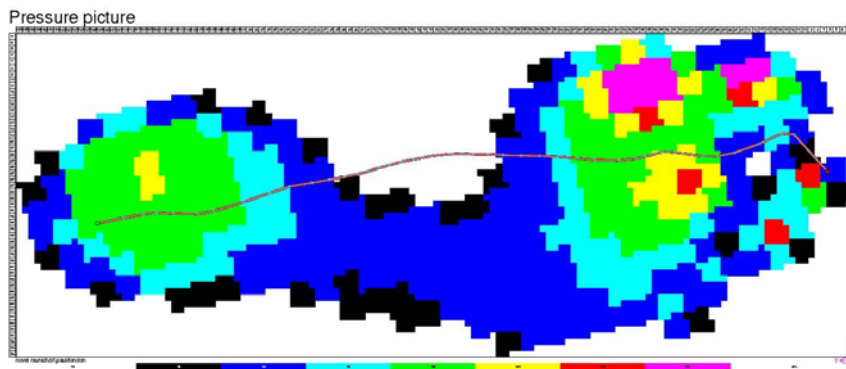
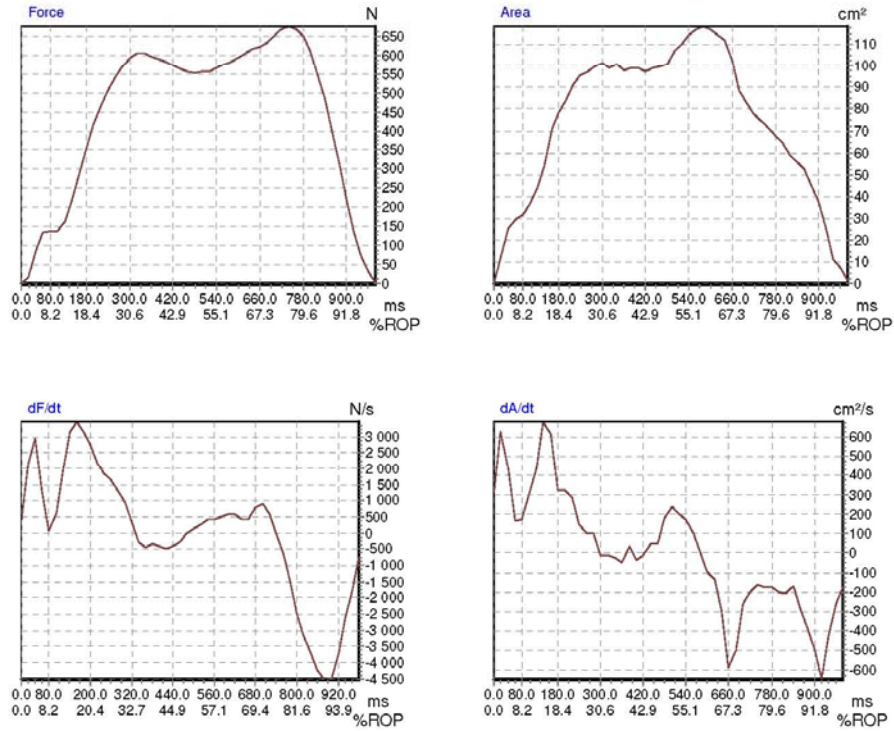
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados_20_06_2016\10_06_2016_1.a.e_1.tra Pós-operatório\Ficheiros
 tra_1.a.e_1.tra
 Date: 28/12/2015 Time: 10:46:02
 Frame: MPP Max Force: 672.770 N in frame 12
 Area: 147.817 cm² Peak Pressure: 840.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 42
 Number of sensors per cm²: 27.460
 Original comments: This is transformed file



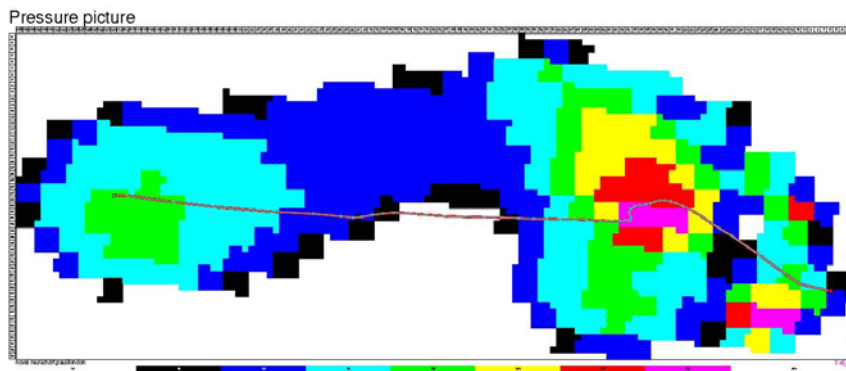
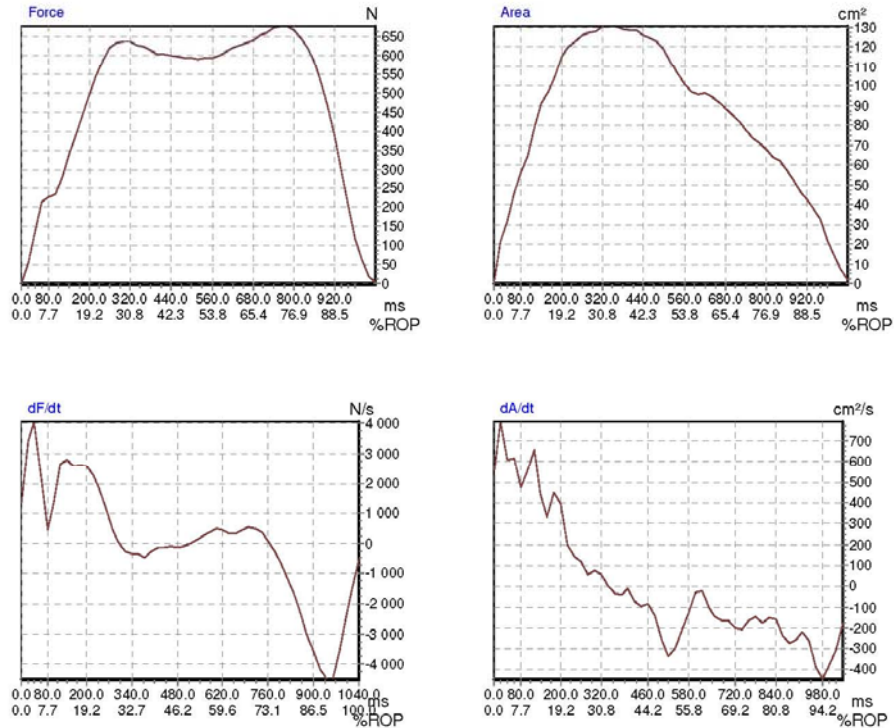
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados_20_06_2016\10-[REDACTED]\Pré-operatório\Ficheiros tra-[REDACTED].1.a.d.3.ra
Date: 05/10/2015 Time: 14:08:38
Frame: MPP Max.Force: 676.397 N in frame 37
Area: 145.460 cm² Peak Pressure: 570.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 49
Number of sensors per cm²: 28.338
Original comments: This is transformed file



novel munich/st.paul/london

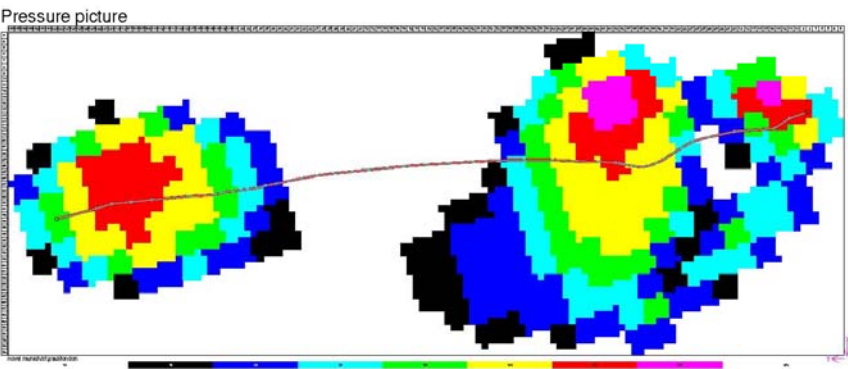
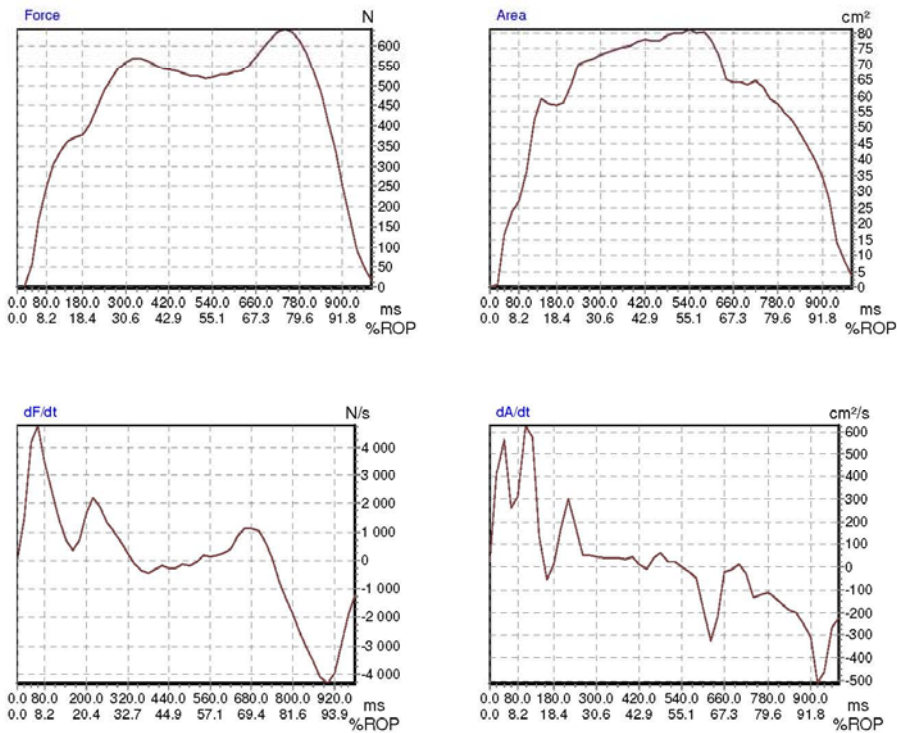
Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados_20_06_2016\10 [REDACTED] Pré-operatório\Ficheiros tra [REDACTED] 1.a.e.2.tra
Date: 05/10/2015 Time: 14:04:27
Frame: MPP Max.Force: 677.498 N in frame 38
Area: 149.002 cm² Peak Pressure: 715.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 52
Number of sensors per cm²: 26.892
Original comments: This is transformed file



Paciente 11

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

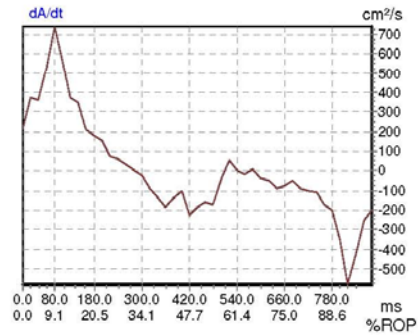
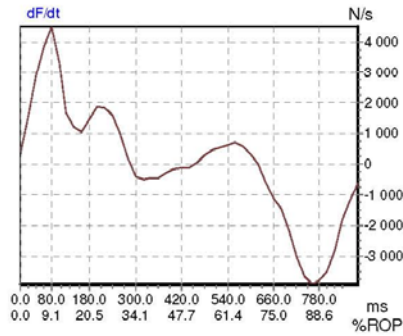
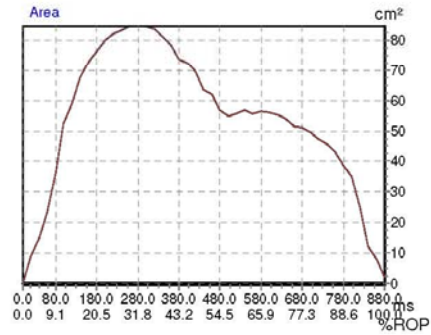
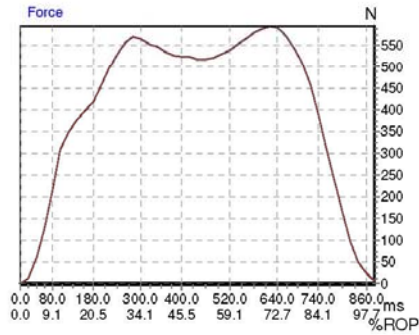
Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\11_11_11_Pós-operatório\tra_11_11_11_1.a.d_5.tra
Date: 07/03/2016 Time: 11:36:33
Frame: MPP Max.Force: 641.842 N in frame 37
Area: 108.043 cm² Peak Pressure: 455.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 49
Number of sensors per cm²: 30.627
Original comments: This is transformed file



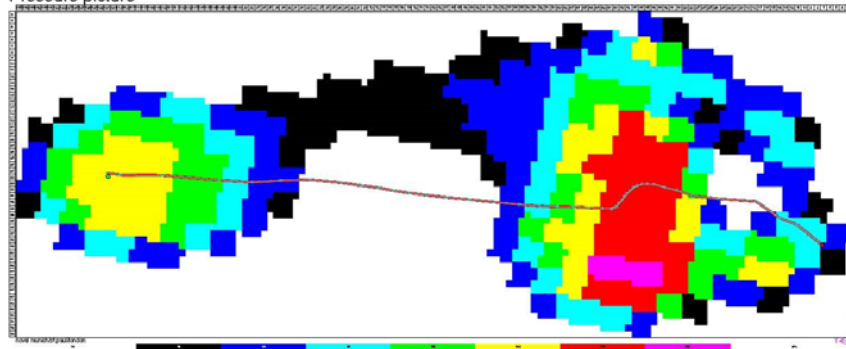
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
 20_06_2016\11:38:38_Pós-operatório\tra...a.e_4.tra
 Date: 07/03/2016 Time: 11:38:38
 Frame: MPP Max.Force: 593.969 N in frame 31
 Area: 112.543 cm² Peak Pressure: 390.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 44
 Number of sensors per cm²: 30.975
 Original comments: This is transformed file

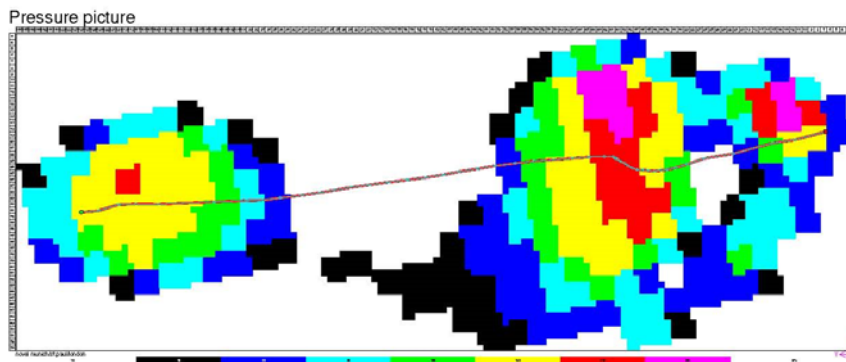
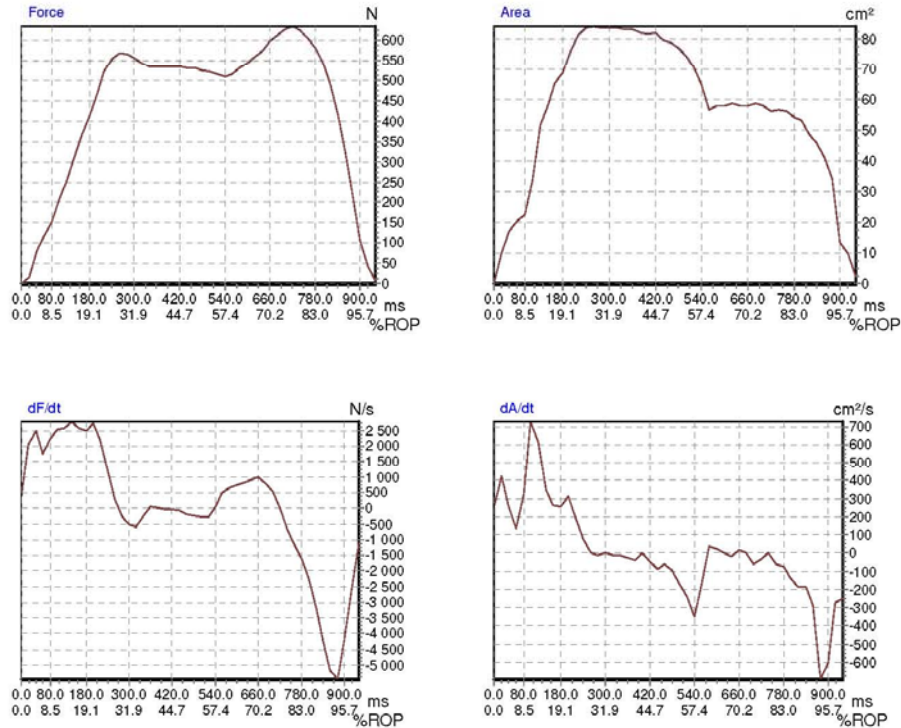


Pressure picture



novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\11 [REDACTED] pré-operatório\tra [REDACTED] 1.a.d_2.tra
Date: 28/12/2015 Time: 14:06:48
Frame: MPP MaxForce: 635.747 N in frame 36
Area: 109.691 cm² Peak Pressure: 450.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 47
Number of sensors per cm²: 31.096
Original comments: This is transformed file



novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\11[REDACTED]pré-operatório\tra[REDACTED]a.e_5.tra

Date: 28/12/2015 Time: 14:12:17

Frame: MPP Max.Force: 679.632 N in frame 41
Time: 110.100 sec Peak Pressure: 105.000 kPa

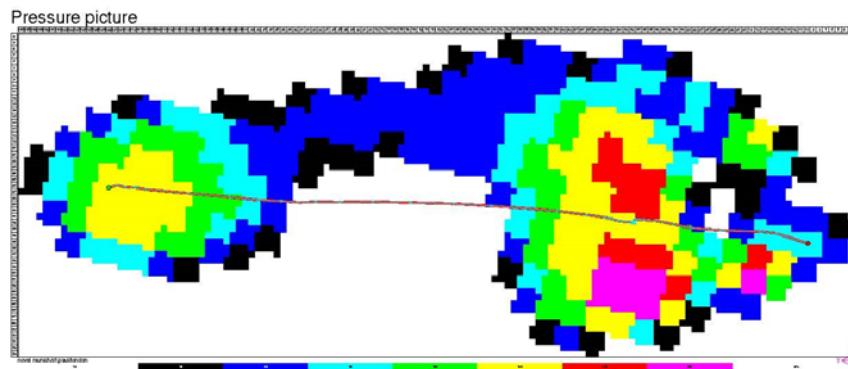
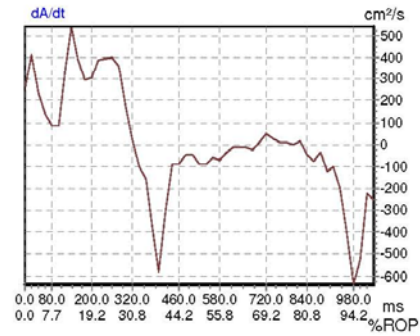
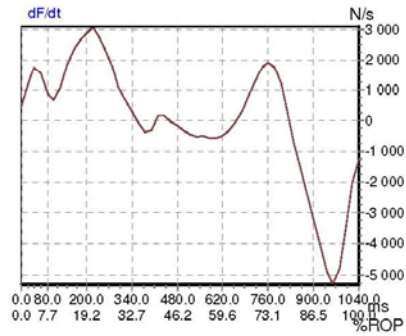
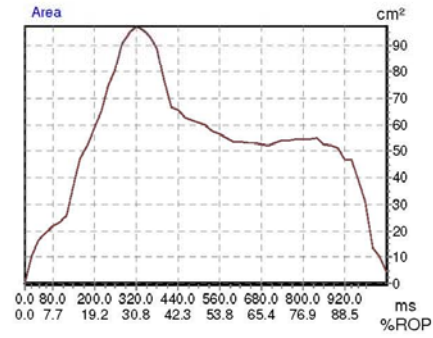
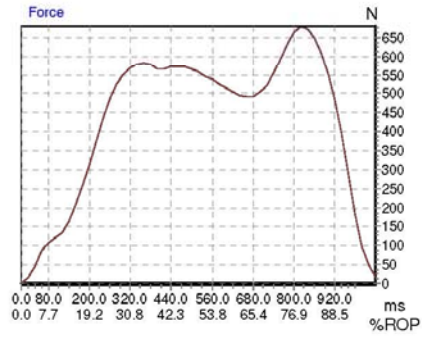
Area: 118.408 cm² Peak Pressure: 465.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 52

Number of sensors per cm²: 30.133

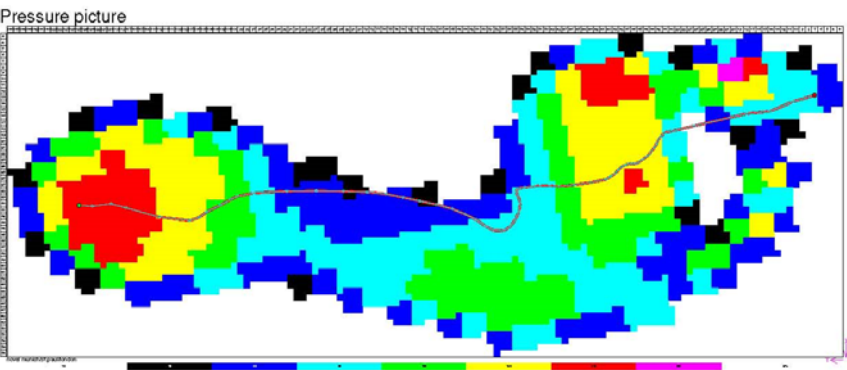
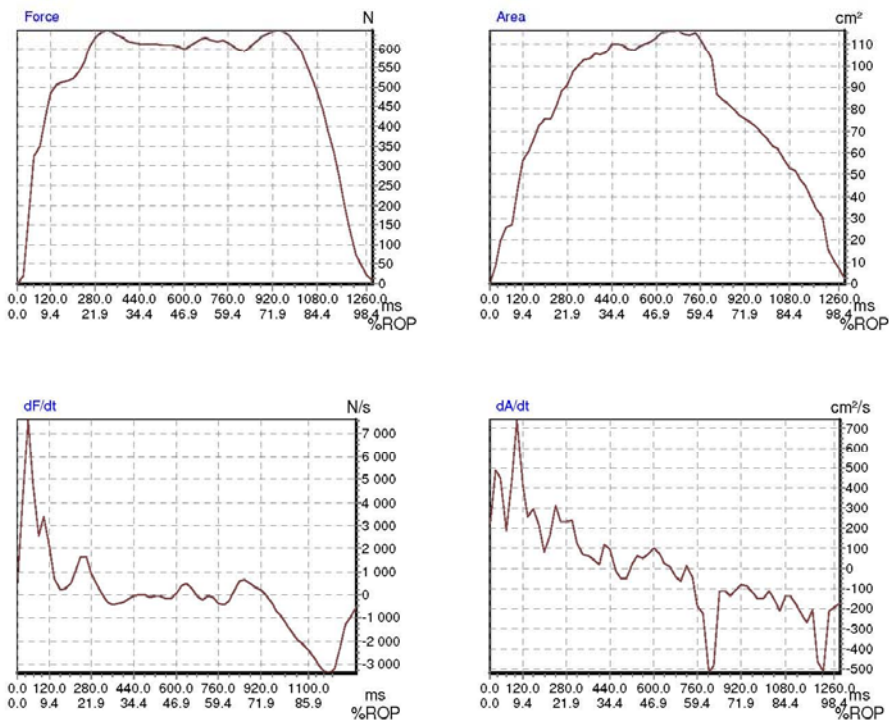
Original comments: This is transformed file



Paciente 12

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados
20_06_2016\12_1.a.d_2.tra Pós-operatório\Ficheiros
tra_1.a.d_2.tra
Date: 28/12/2015 Time: 11:46:23
Frame: MPP Max.Force: 646.924 N in frame 16
Area: 144.027 cm² Peak Pressure: 310.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 64
Number of sensors per cm²: 26.703
Original comments: This is transformed file



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\12

tra 1.a.e_5.tra

Pós-operatório\Ficheiros

Date: 28/12/2015 Time: 11:44:58

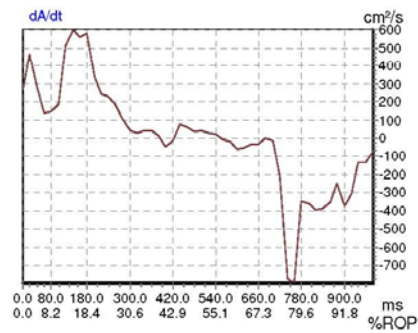
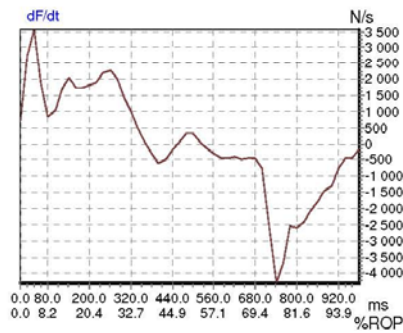
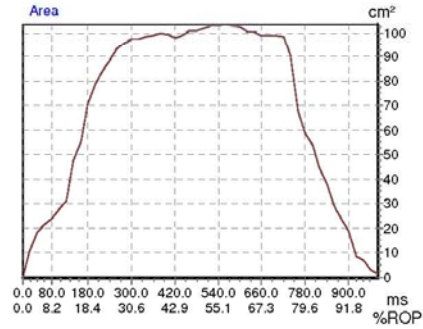
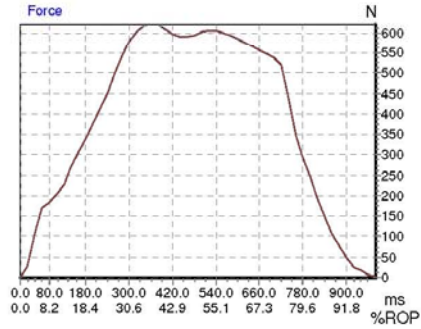
Frame: MPP Max.Force: 621.165 N in frame 18

Area: 125.371 cm² Peak Pressure: 175.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

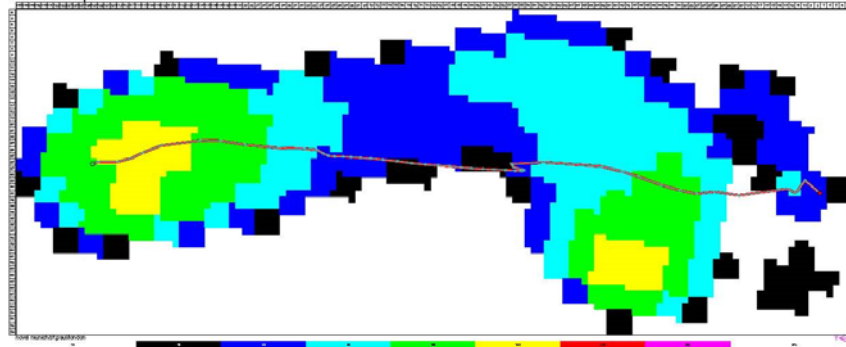
Number of frames: 49

Number of sensors per cm²: 28.826

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016

Pré-operatório\Ficheiros

tra_1.a.d_1.tra

Date: 09/11/2015 Time: 11:30:43

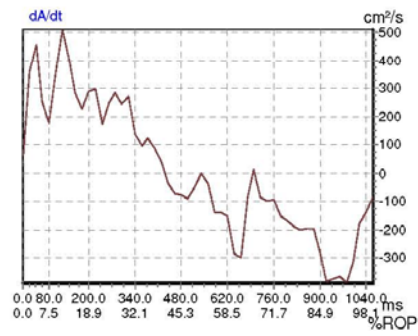
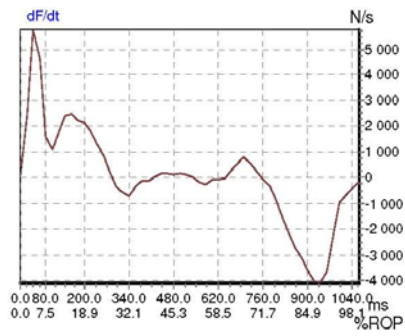
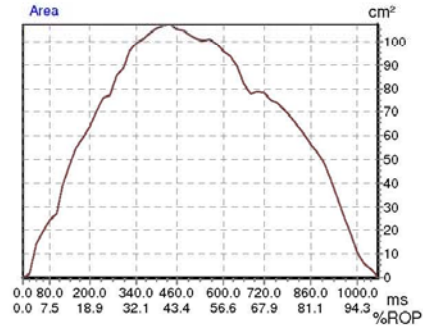
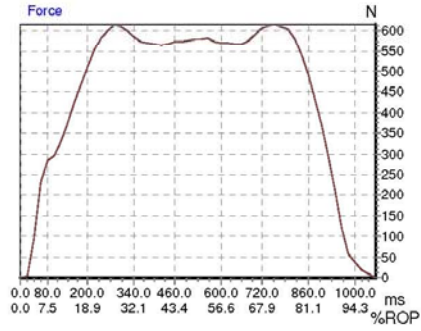
Frame: MPP Max.Force: 616.002 N in frame 38

Area: 138.313 cm² Peak Pressure: 270.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

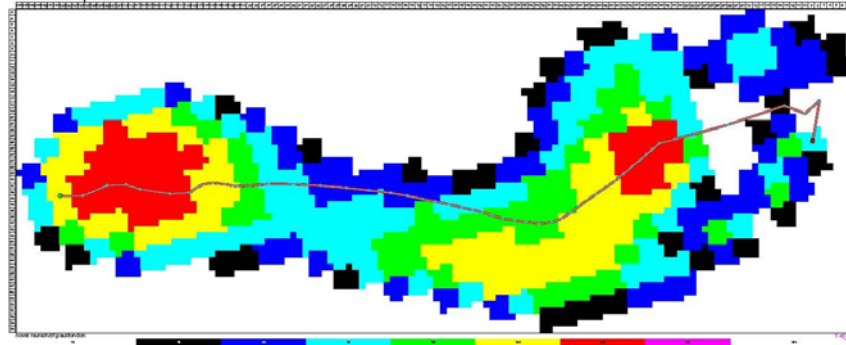
Number of frames: 53

Number of sensors per cm²: 26.071

Original comments: This is transformed file



Pressure picture



novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados

20_06_2016\12 [REDACTED] Pré-operatório\Ficheiros

tra[REDACTED]1.a.e_5.tra

Date: 09/11/2015 Time: 11:37:03

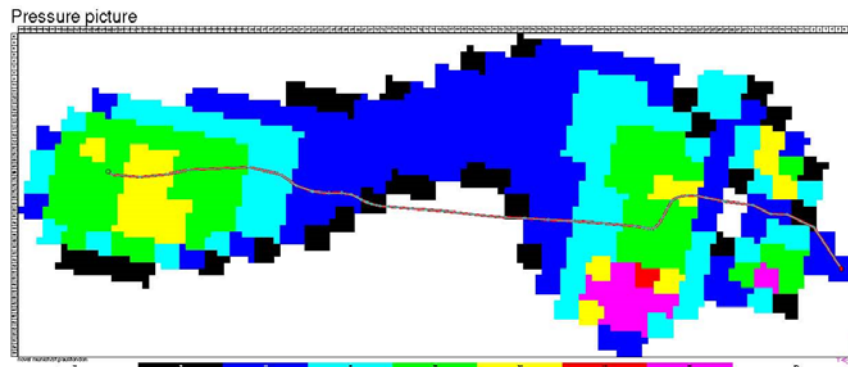
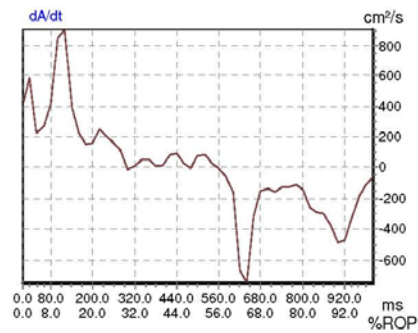
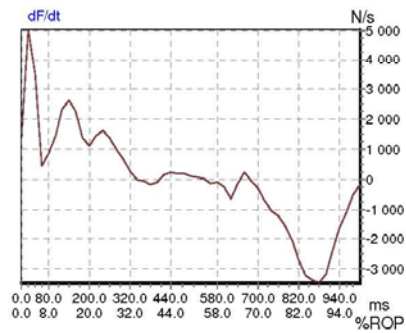
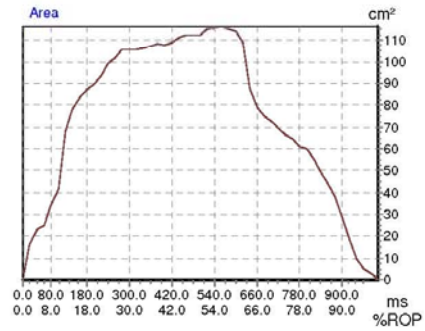
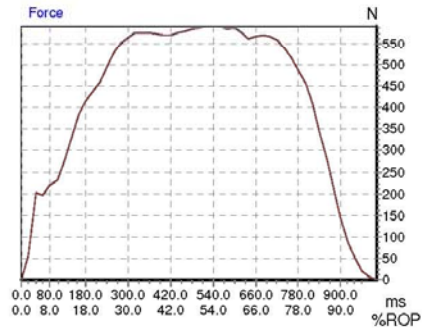
Frame: MPP Max.Force: 590.849 N in frame 27

Area: 136.660 cm² Peak Pressure: 765.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms
Number of pores per cm²: 67.558

Number of frames: 50

Number of sensors per cm²: 27.550

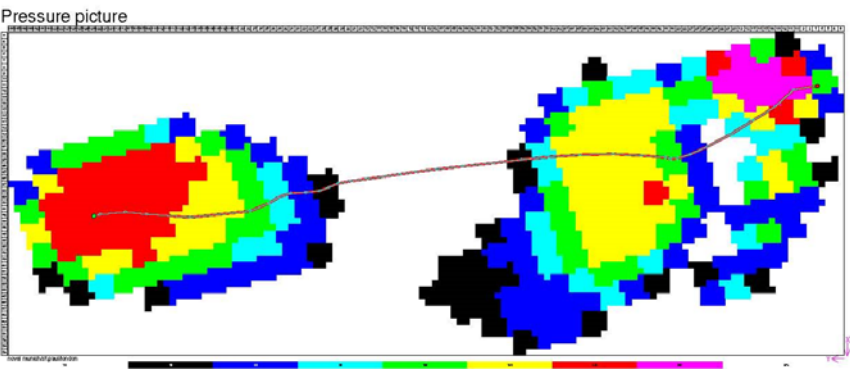
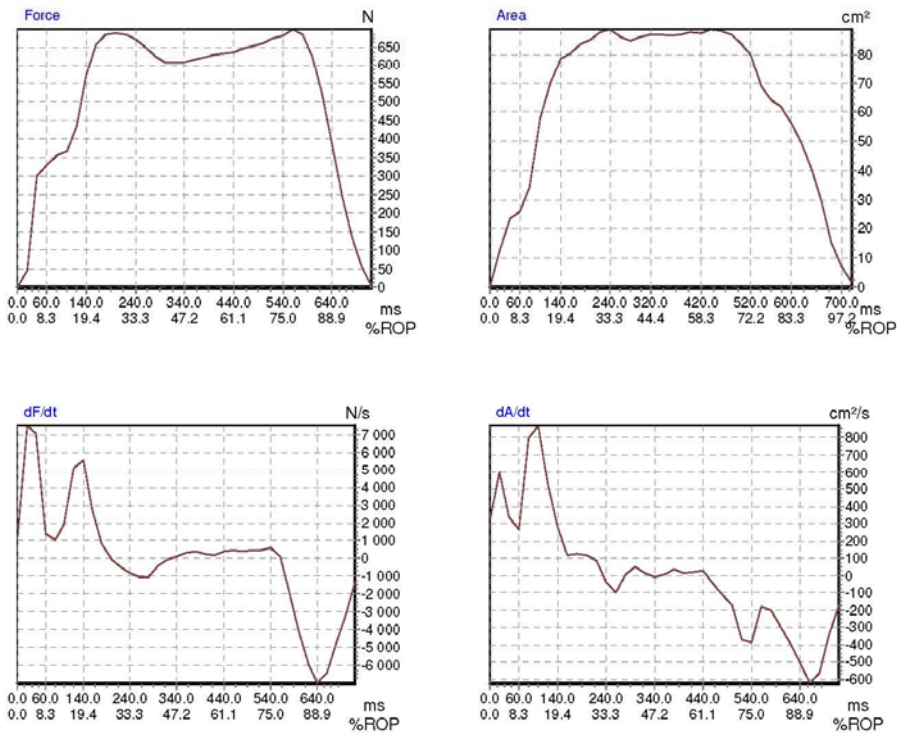
Original comments: This is transformed file



Paciente 13

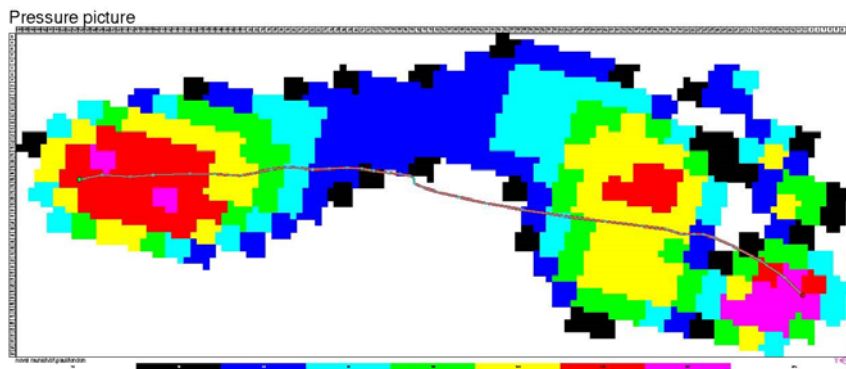
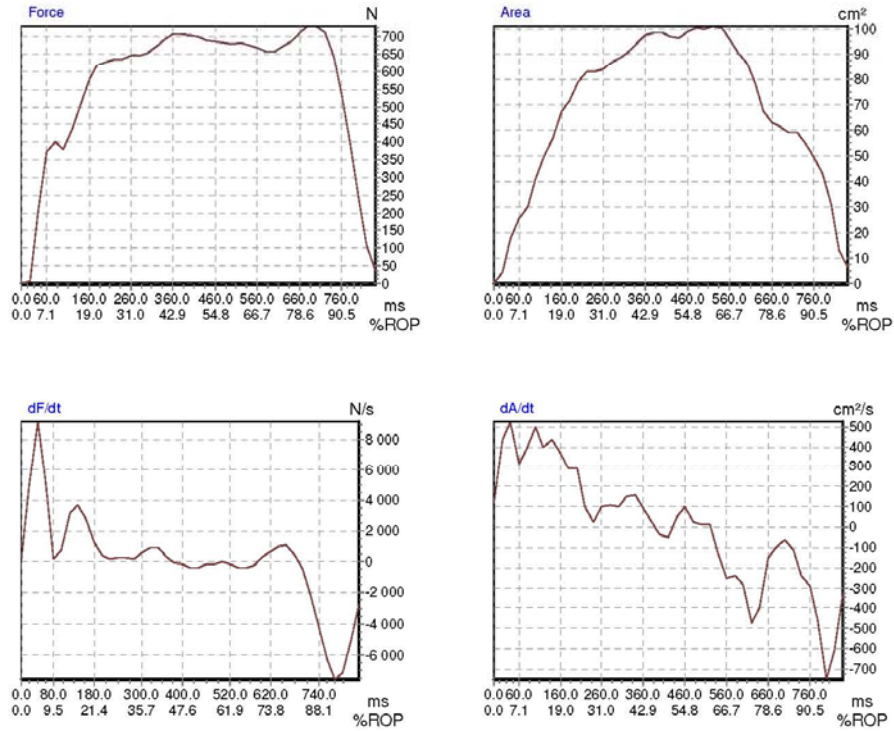
force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\13_06_2016_Pós-operatório\Ficheiros
tra_001.a.d.2.tra
Date: 28/12/2015 Time: 12:14:24
Frame: MPP Max.Force: 697.229 N in frame 28
Area: 112.444 cm² Peak Pressure: 740.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 36
Number of sensors per cm²: 27.898
Original comments: This is transformed file



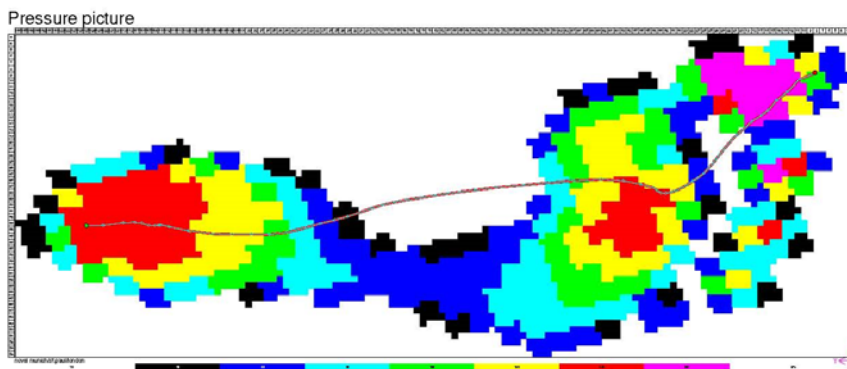
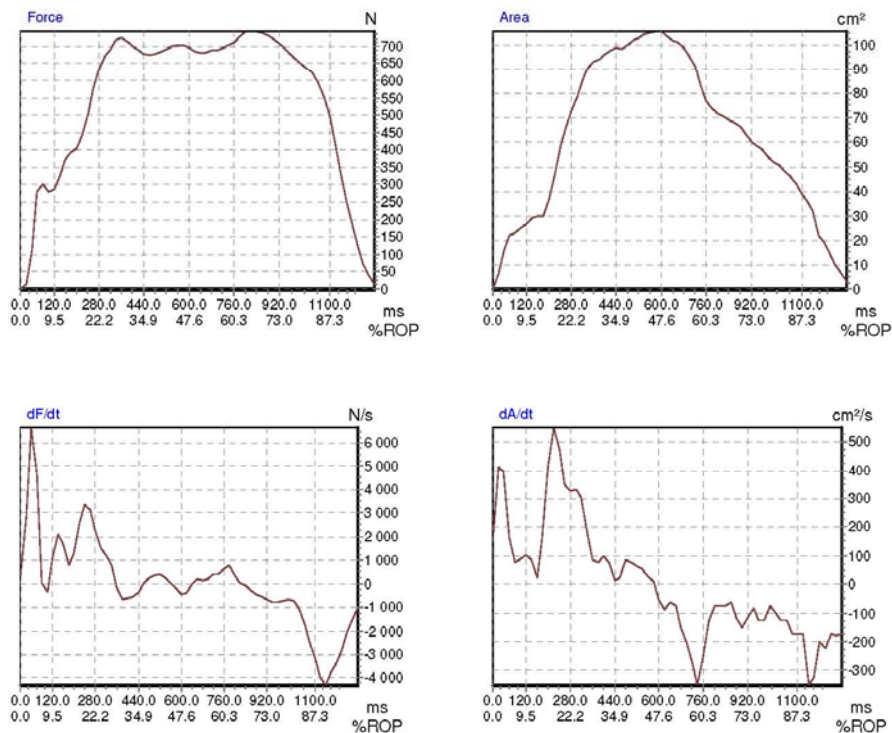
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados_20_06_2016\13 [REDACTED]_Pós-operatório\Ficheiros tra [REDACTED]_1.a.e_4.tra
Date: 28/12/2015 Time: 12:12:56
Frame: MPP Max Force: 729.471 N in frame 35
Area: 127.557 cm² Peak Pressure: 815.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 42
Number of sensors per cm²: 28.058
Original comments: This is transformed file



novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados_20_06_2016\13- [REDACTED] Pré-operatório\Ficheiros
TRA [REDACTED].a_d_3.t.ra
Date: 05/10/2015 Time: 13:50:36
Frame: MPP Max Force: 743.307 N in frame 42
Area: 135.536 cm² Peak Pressure: 685.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 63
Number of sensors per cm²: 23.367
Original comments: This is transformed file



novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\13-██████████Pré-operatório\Ficheiros

TRA [REDACTED] 1.a.e_2.tra
Date: 05/10/2015 Time: 12:46:21

Date: 05/10/2015 Time: 13:46:31
Frame: MDP Max Frame: 304.610 N

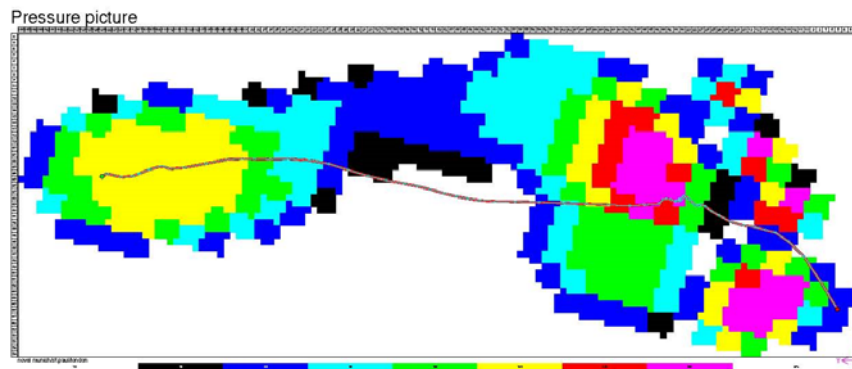
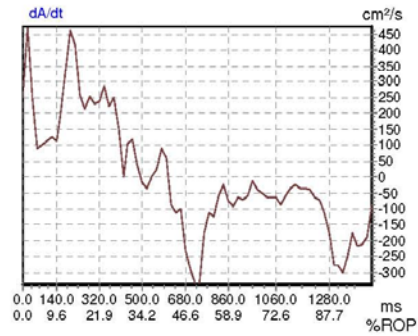
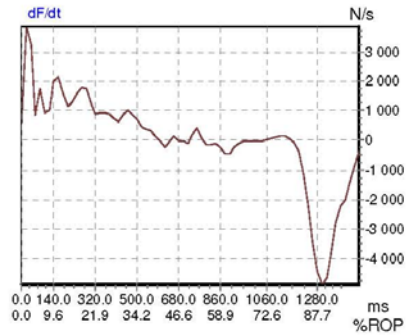
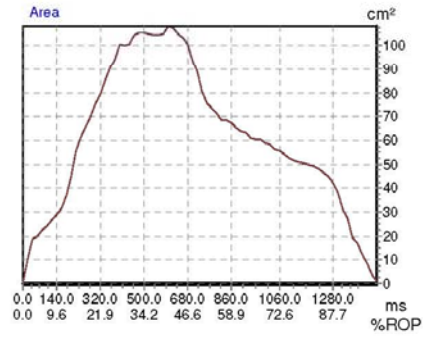
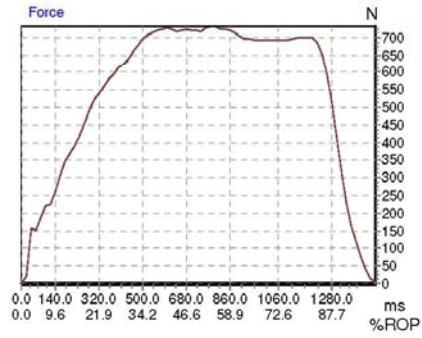
Frame: MPP Max.Force: 731.910 N in frame 39
 Area: 100.001 mm² Buck.Force: 500.000 kN

Area: 133.081 cm² Peak Pressure: 500.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 73

Number of sensors per cm²: 26.540

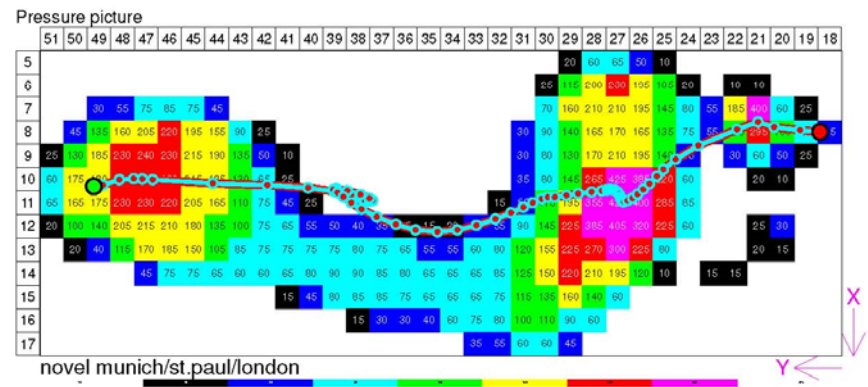
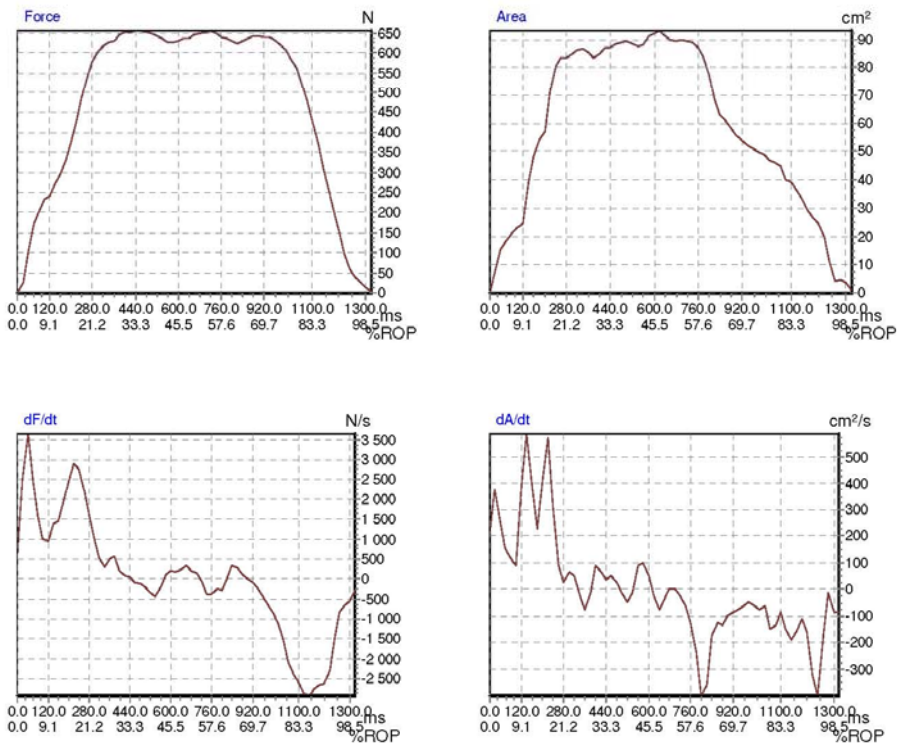
Original comments: This is transformed file



Paciente 14

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\novel\novfile\data\EMED [redacted] 20151005 [redacted] 1.A.D_3.dat
Date: 05/10/2015 Time: 12:10:51
Frame: MPP Max.Force: 655.500 N in frame 36
Area: 117.000 cm² Peak Pressure: 425.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 66
Number of sensors per cm²: 2.000



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\novel\novfile\data\EMED1\20151005\1.A.E_4.dat

Date: 05/10/2015 Time: 12:07:51

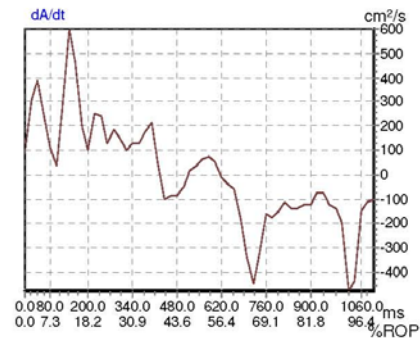
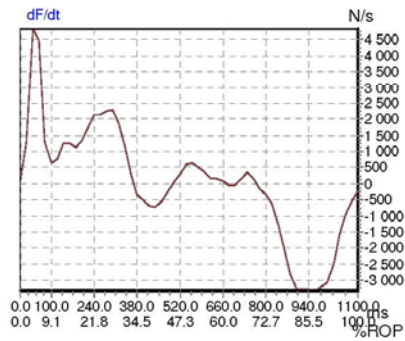
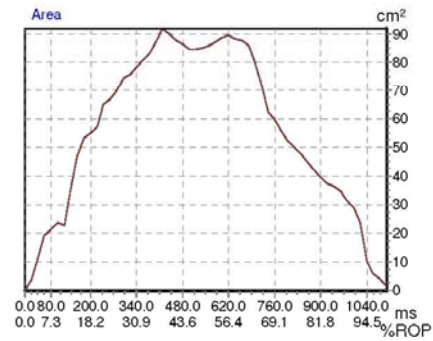
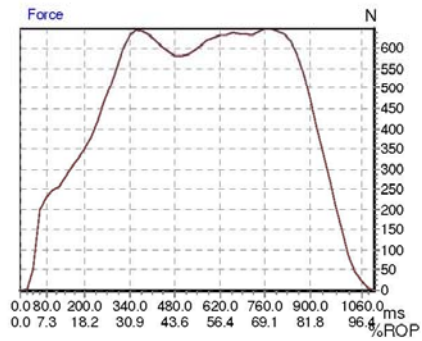
Frame: MPP Max.Force: 649.500 N in frame 38

Area: 111.500 cm² Peak Pressure: 740.000 kPa

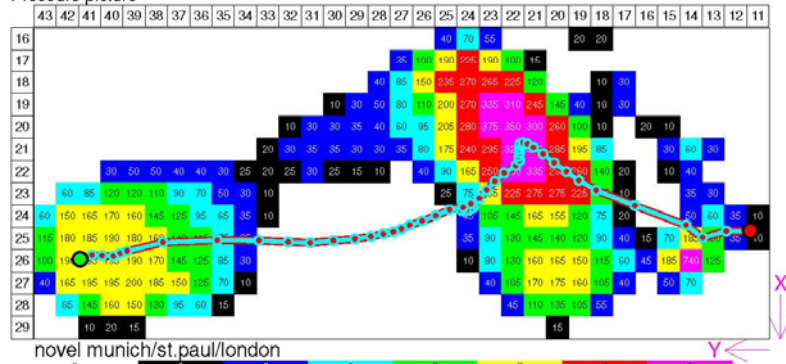
Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 55

Number of sensors per cm²: 2.000



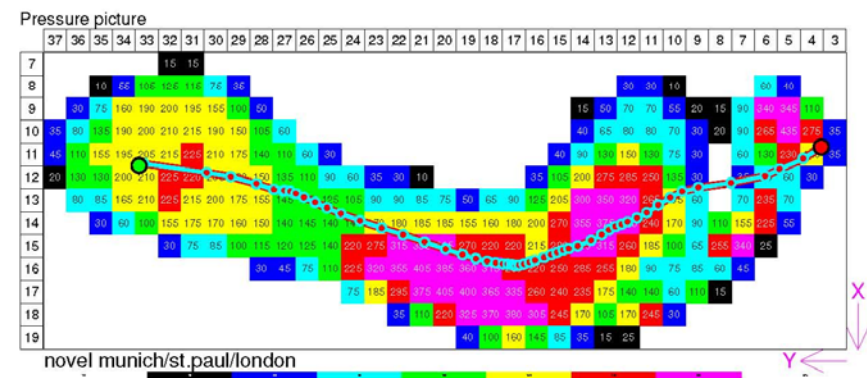
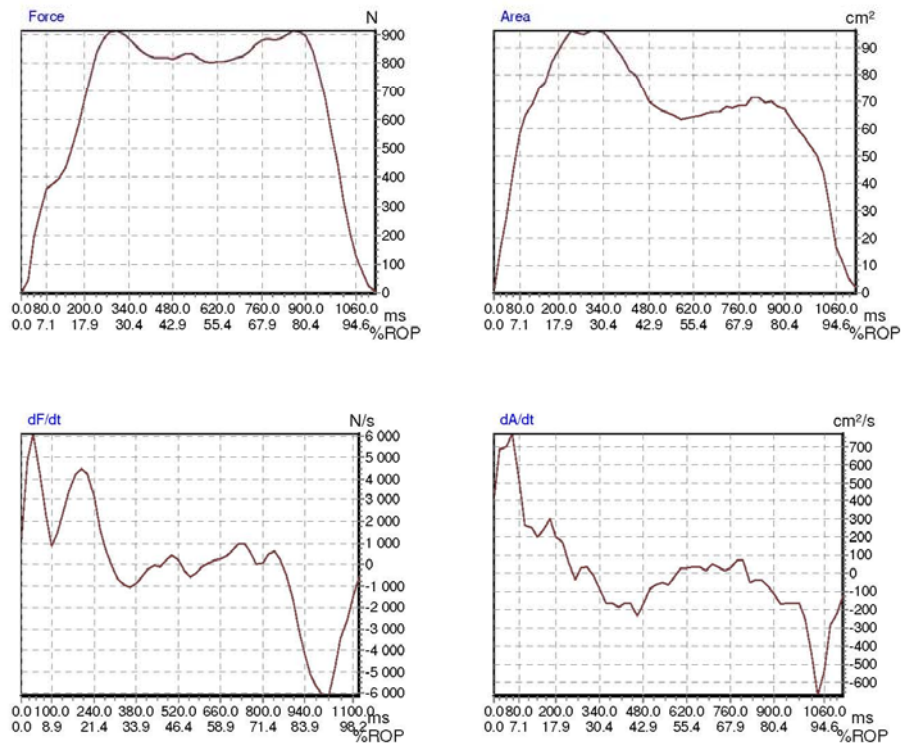
Pressure picture



Paciente 15

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\15 - 20160307 1.a.d_1.dat
Date: 07/03/2016 Time: 14:40:46
Frame: MPP Max.Force: 912.750 N in frame 15
Area: 130.000 cm² Peak Pressure: 435.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 56
Number of sensors per cm²: 2.000



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\15 -

20160307

1.a.e_3.dat

Date: 07/03/2016 Time: 14:44:39

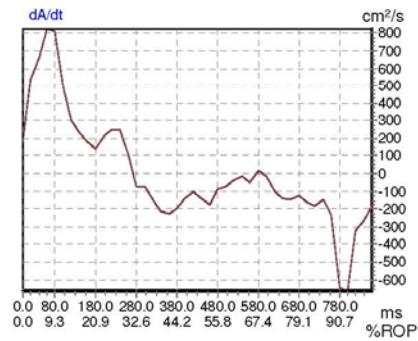
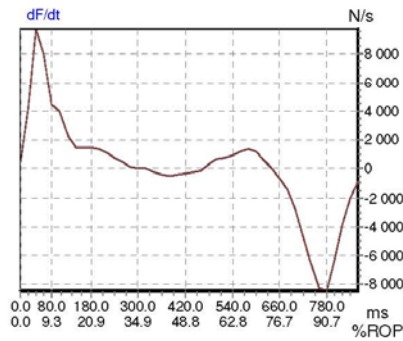
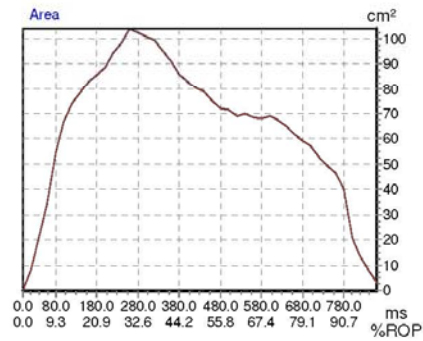
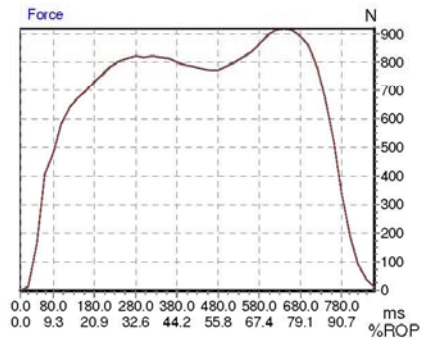
Frame: MPP Max.Force: 918.250 N in frame 32

Area: 139.500 cm² Peak Pressure: 515.000 kPa

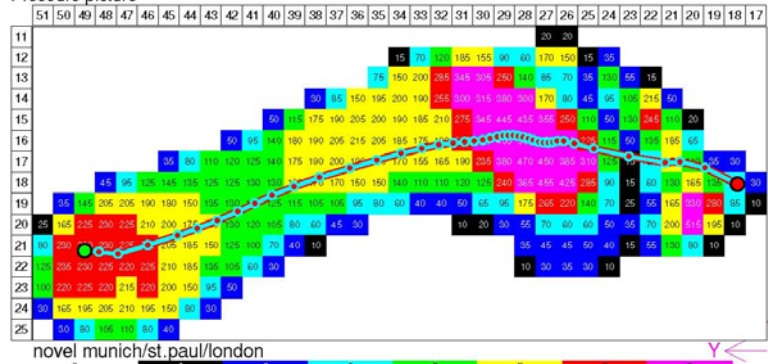
Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 43

Number of sensors per cm²: 2.000



Pressure picture



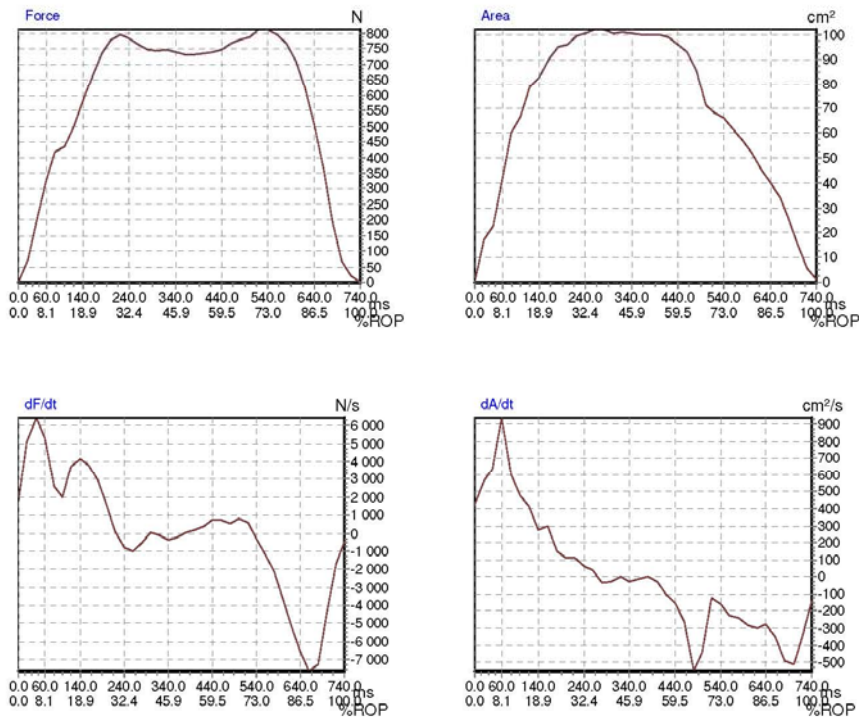
Paciente 16

force & area derivatives

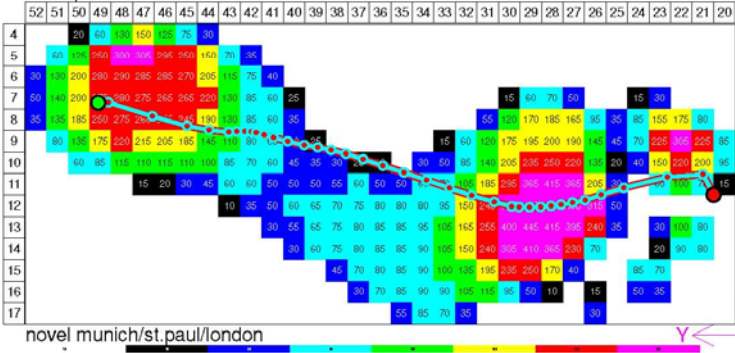
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\16 - 20160307 a.d_5.dat

Date: 07/03/2016 Time: 14:17:42
Frame: MPP Max.Force: 812.250 N in frame 27
Area: 122.500 cm² Peak Pressure: 475.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 37
Number of sensors per cm²: 2.000



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Dados Utilizados 20_06_2016\16 -

20160307 a.e_2.dat

Date: 07/03/2016 Time: 14:20:56

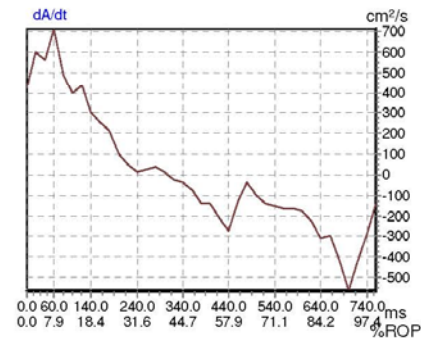
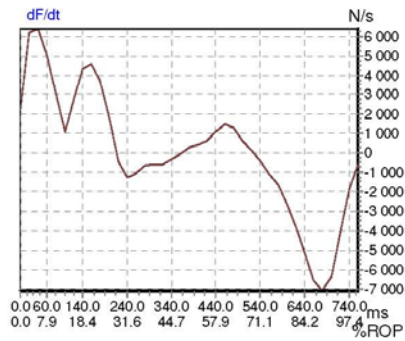
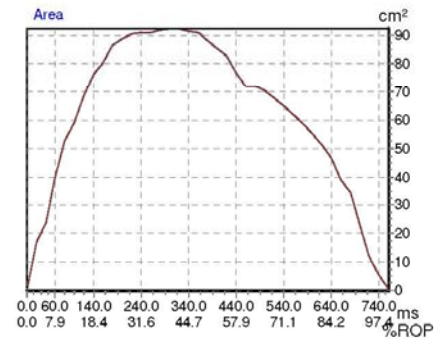
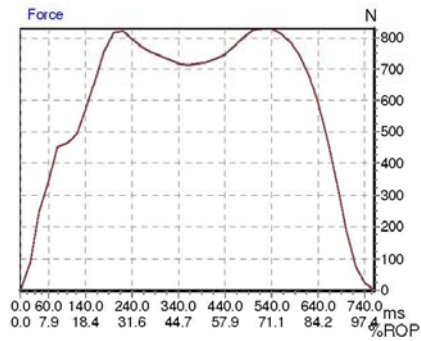
Frame: MPP Max.Force: 828.000 N in frame 26

Area: 127.000 cm² Peak Pressure: 435.000 kPa

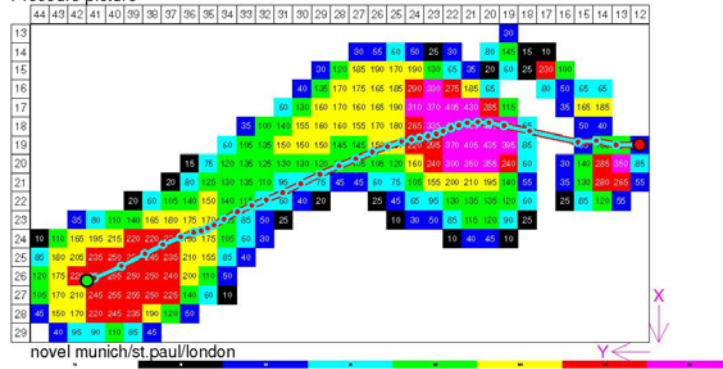
Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 38

Number of sensors per cm²: 2.000



Pressure picture

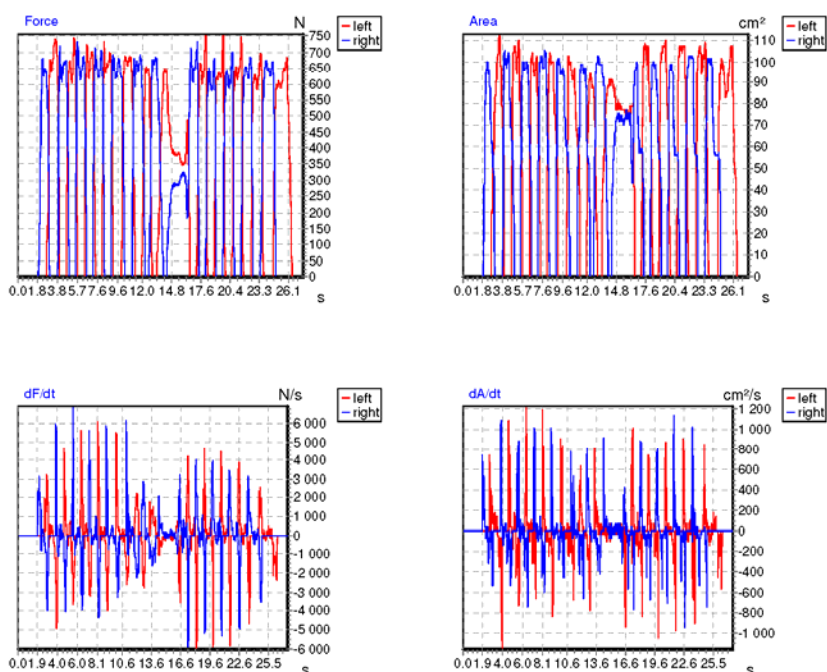


9.3. Força & Área na Plataforma Pedar

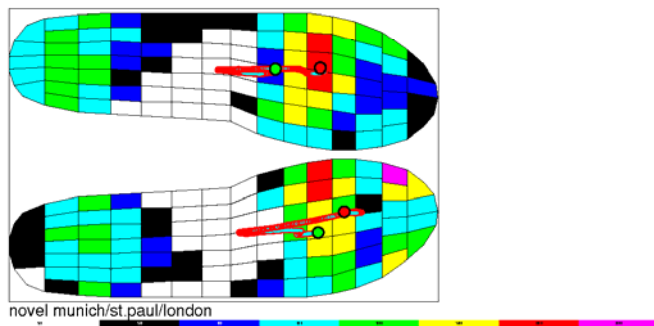
Paciente 01

force & area derivatives novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\01-
20160307_4.sol
Date: 07/03/2016 Time: 11:05:00
Frame: averaged MPP Max Force: 755.293 N in frame 907, 734, 115 N in frame 286
Area: 111.150 cm², 105.440 cm² Peak Pressure: 257.500 kPa, 327.500 kPa
Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 1377 Number of sensors per cm²: ---
Original comments: DS/SB



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\01-

20151005_2.sol

Date: 05/10/2015 Time: 15:19:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 857.700 N in frame 1028, 825.770 N in frame 463

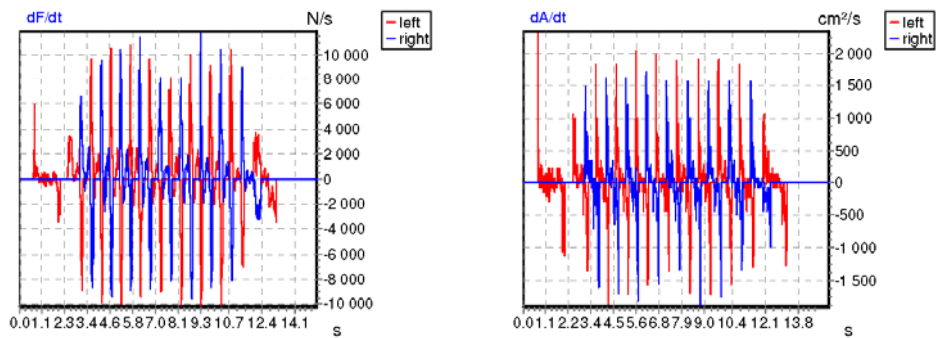
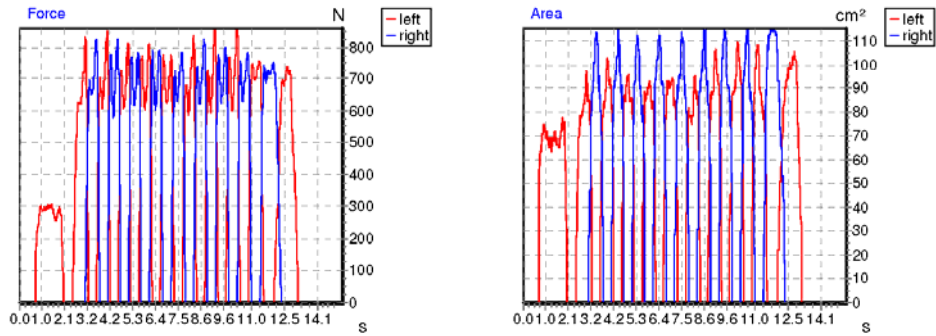
Area: 106.910 cm², 119.580 cm² Peak Pressure: 412.500 kPa, 320.000 kPa

Duration of one frame: 10.000 ms

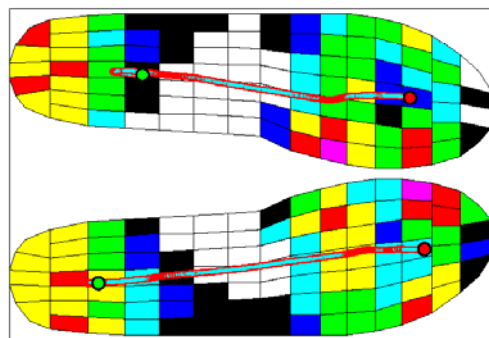
Number of frames: 1528

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10 MWT_2



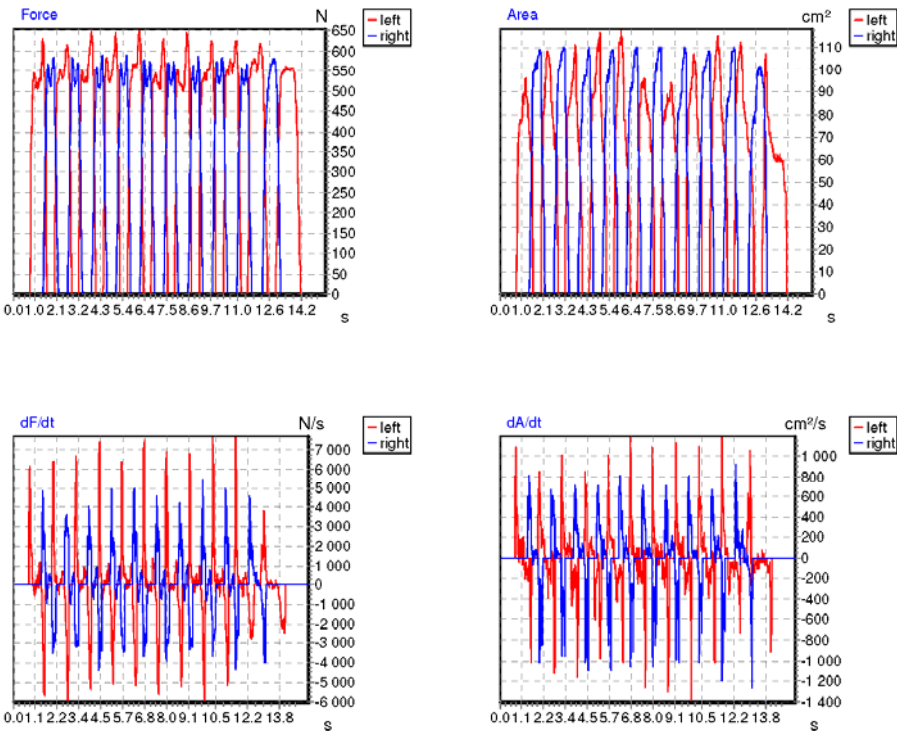
Pressure picture



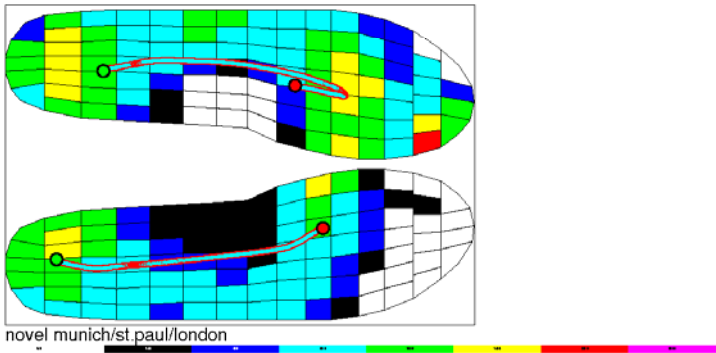
novel munich/st.paul/london

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\02-
20151228_1.sol
Date: 28/12/2015 Time: 13:43:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 654.372 N in frame 310, 589.543 N in frame 218
Area: 123.860 cm², 115.740 cm² Peak Pressure: 227.500 kPa, 170.000 kPa
Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 768 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 1WMT_1



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\03 -

20160307_1.sol

Date: 07/03/2016 Time: 12:04:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 678.582 N in frame 733, 647.630 N in frame 424

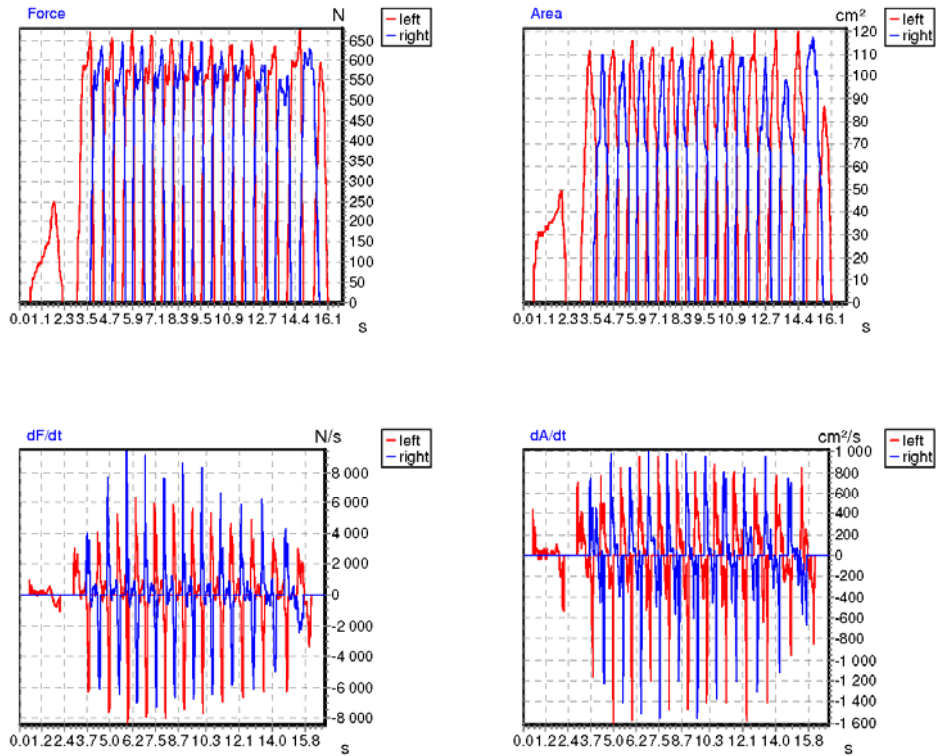
Area: 126.640 cm², 125.210 cm² Peak Pressure: 230.000 kPa, 320.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

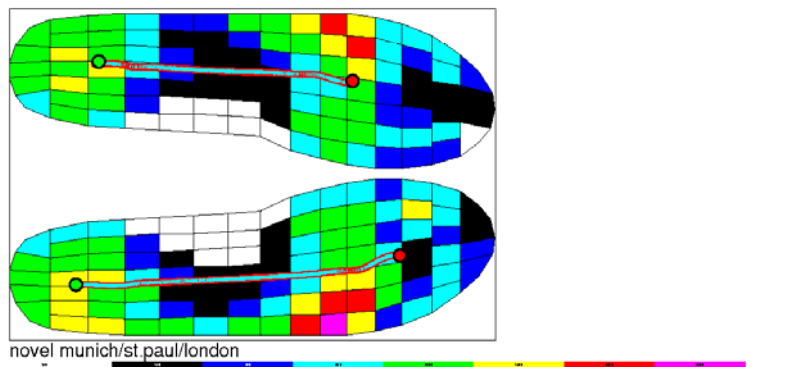
Number of frames: 845

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10mwt_1

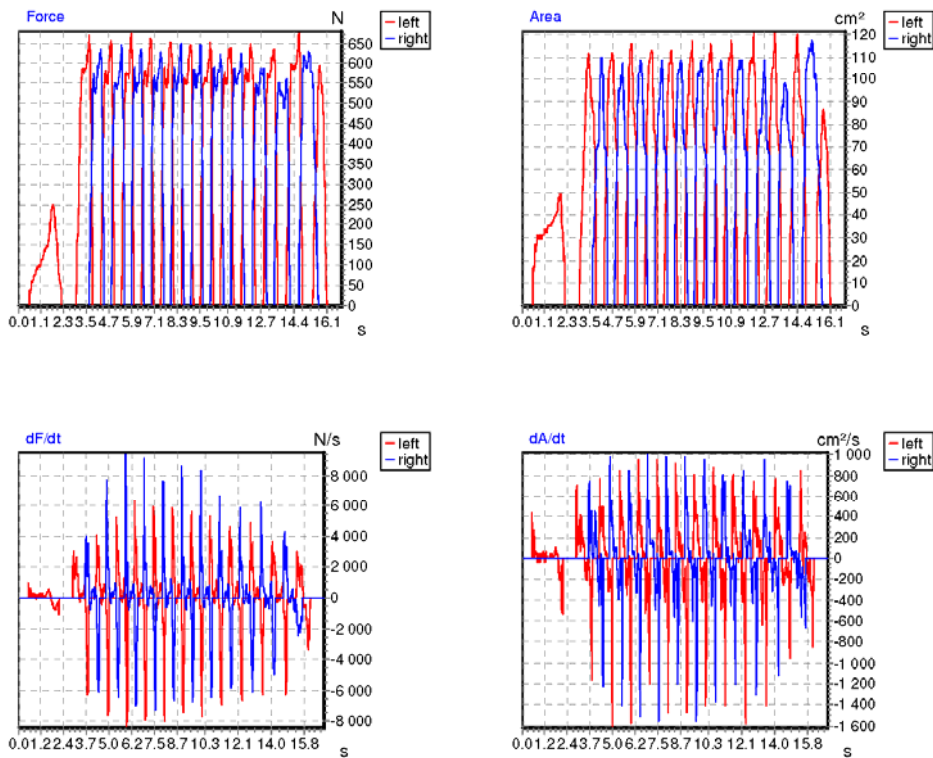


Pressure picture

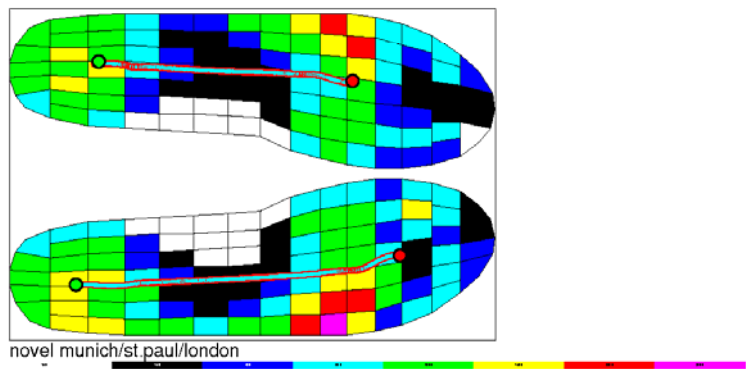


force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\03 - 20160307_1.sol
Date: 07/03/2016 Time: 12:04:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 678.582 N in frame 733, 647.630 N in frame 424
Area: 126.640 cm², 125.210 cm² Peak Pressure: 230.000 kPa, 320.000 kPa
Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 845 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 10mwt_1



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\03 -

20151109_1.sol

Date: 09/11/2015 Time: 13:33:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 659.893 N in frame 386, 638.013 N in frame 417

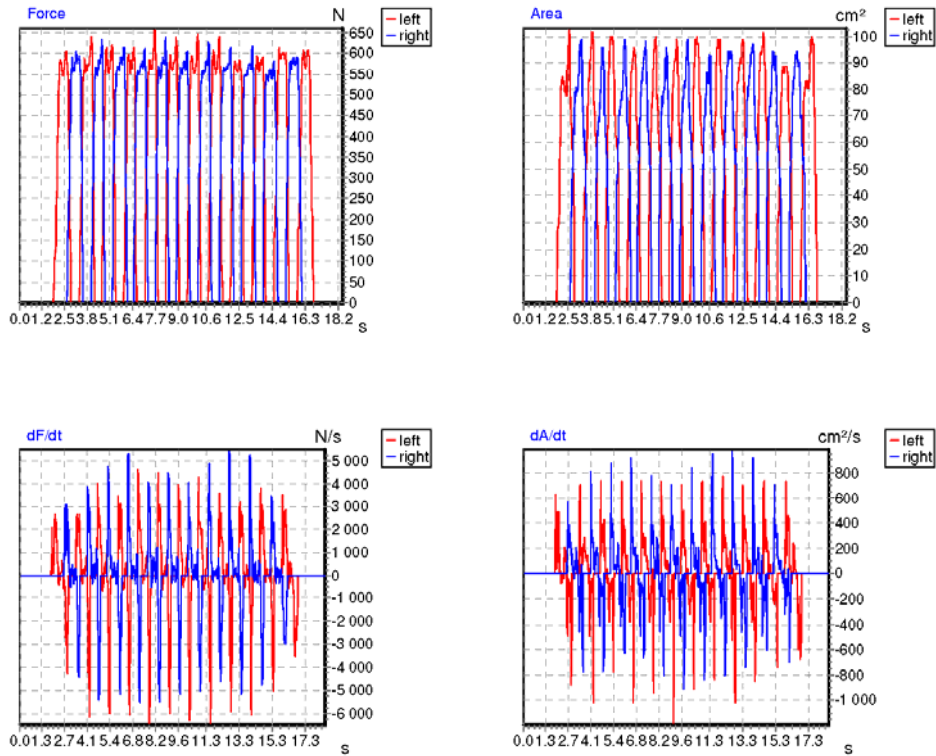
Area: 111.050 cm², 106.890 cm² Peak Pressure: 295.000 kPa, 295.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

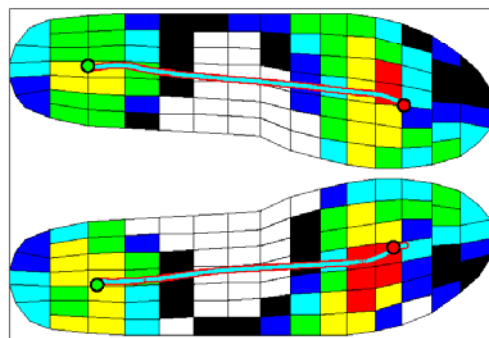
Number of frames: 924

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 1_MWT_1



Pressure picture



novel munich/st.paul/london

Paciente 04

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\04 -

20150928 1.sol

Date: 28/09/2015 Time: 12:35:00

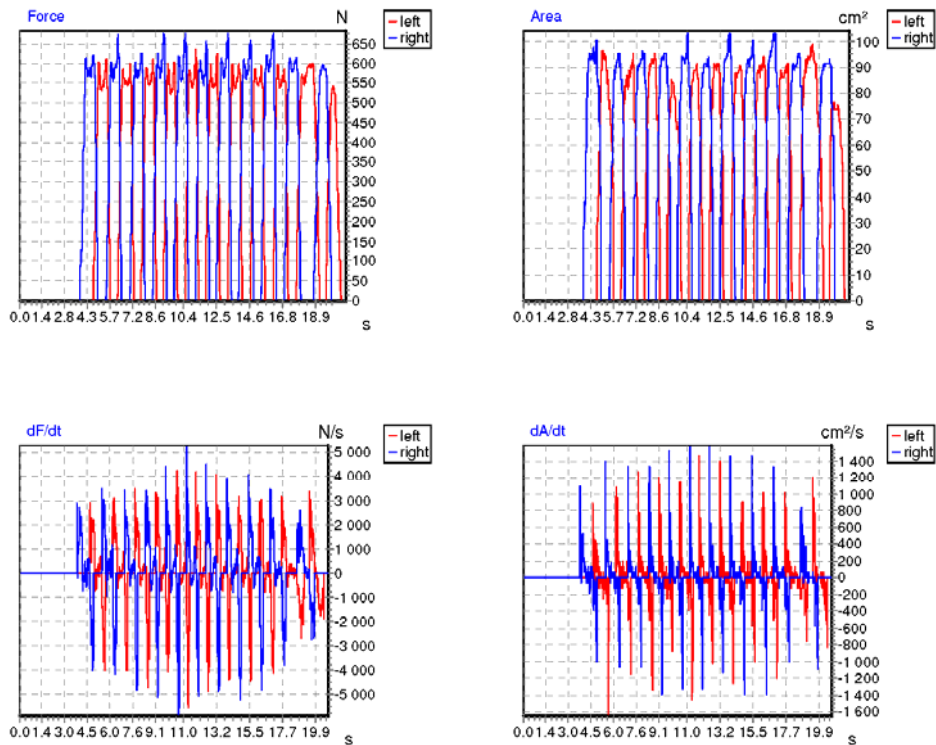
Frame: averaged MPP Max.Force: 637.173 N in frame 1123, 682.975 N in frame 918

Area: 94.050 cm², 97.880 cm² Peak Pressure: 270.000 kPa, 232.500 kPa Duration of one frame: 10.000 ms

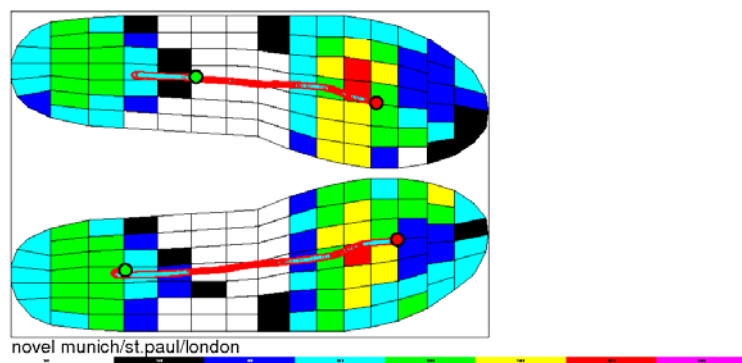
Number of frames: 2081

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10 MWT-1



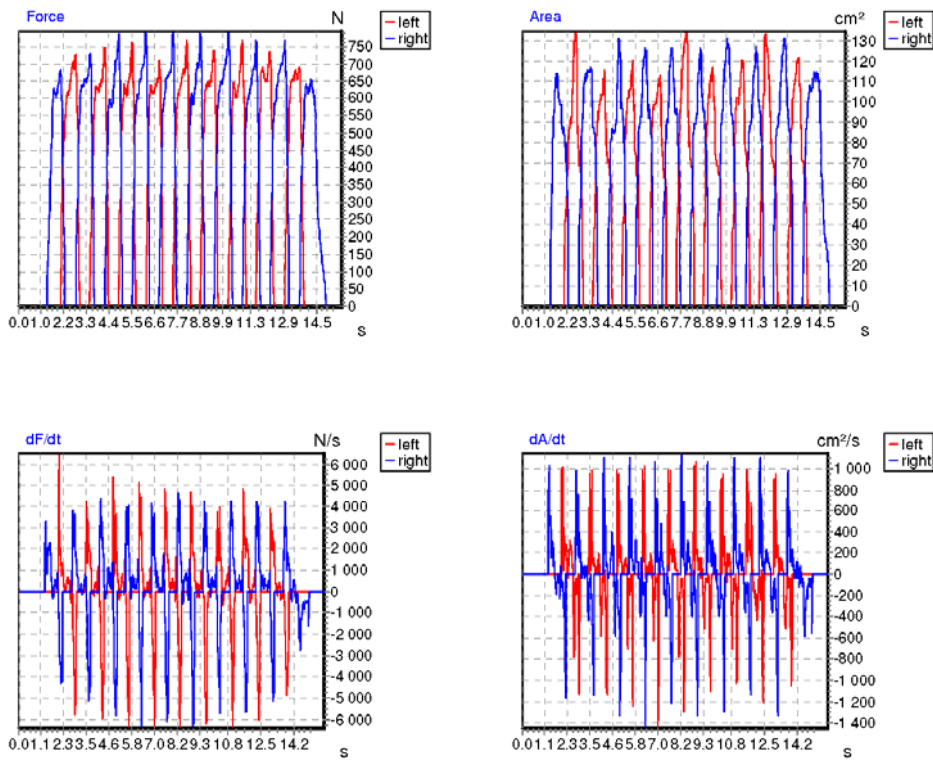
Pressure picture



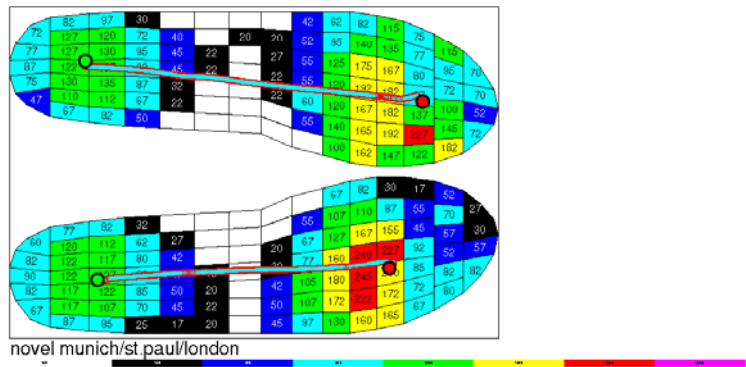
Paciente 05

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\05 - 20160307_1.sol
Date: 07/03/2016 Time: 10:54:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 767.118 N in frame 410, 793.893 N in frame 511
Area: 128.650 cm², 133.460 cm² Peak Pressure: 227.500 kPa, 245.000 kPa
Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 788 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 10MWT_1



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\05 -

20150928

1.sol

Date: 28/09/2015 Time: 12:17:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 671.285 N in frame 432, 705.732 N in frame 370

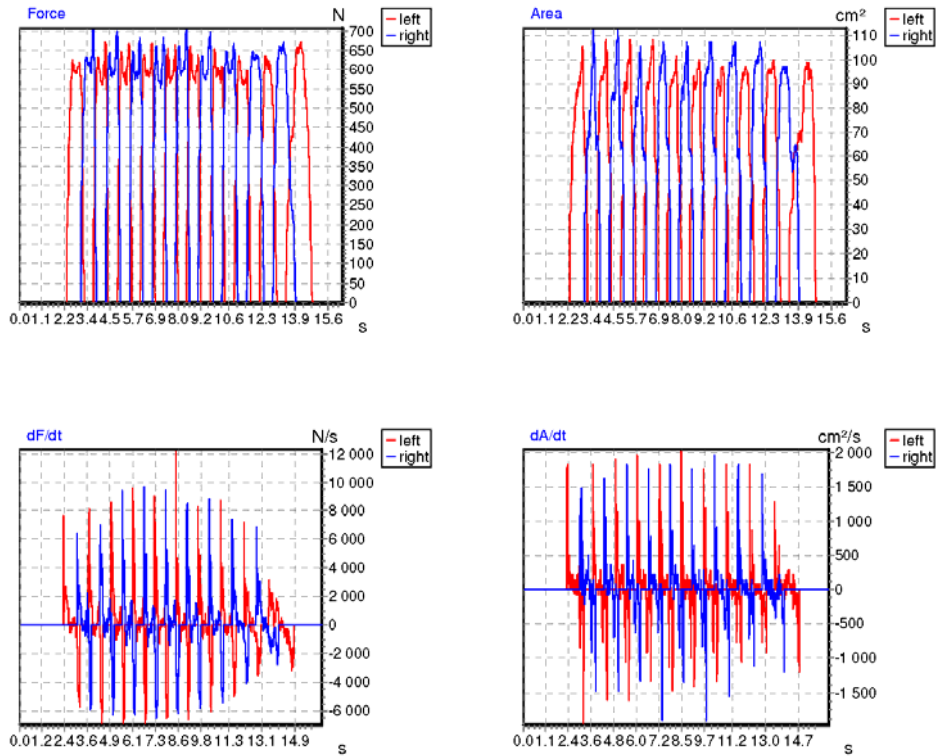
Area: 114.070 cm², 115.410 cm² Peak Pressure: 310.000 kPa, 295.000 kPa

Duration of one frame: 10.000 ms

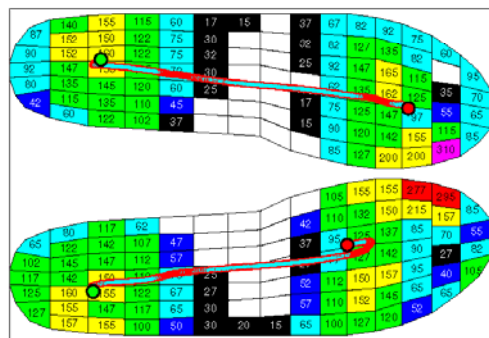
Number of frames: 1637

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10 MWT-1



Pressure picture

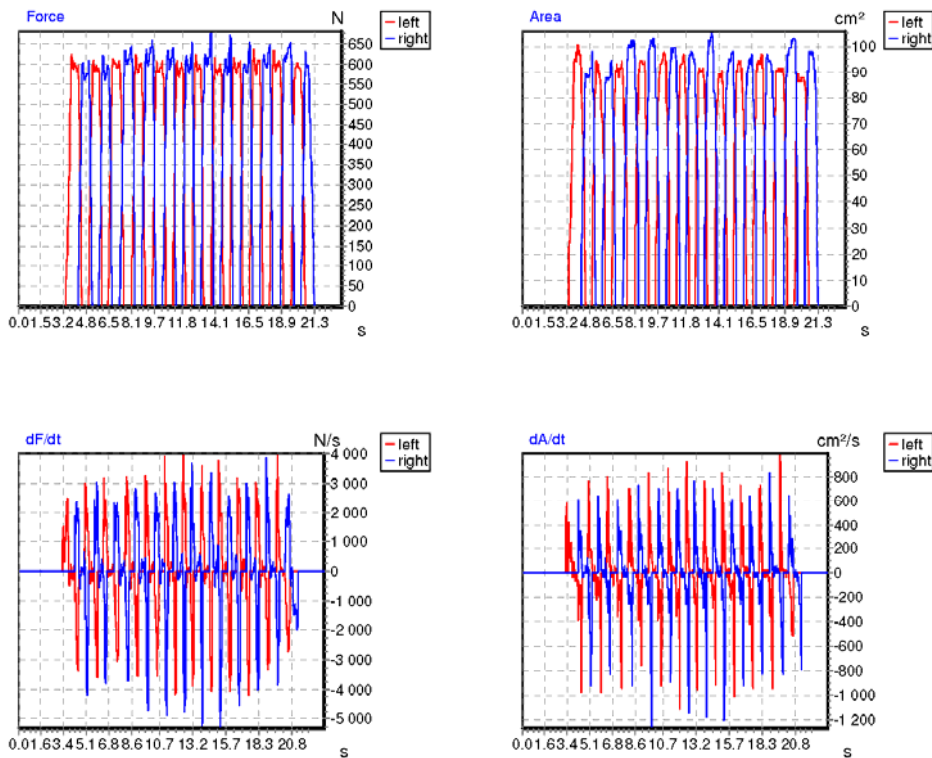


novel munich/st.paul/london

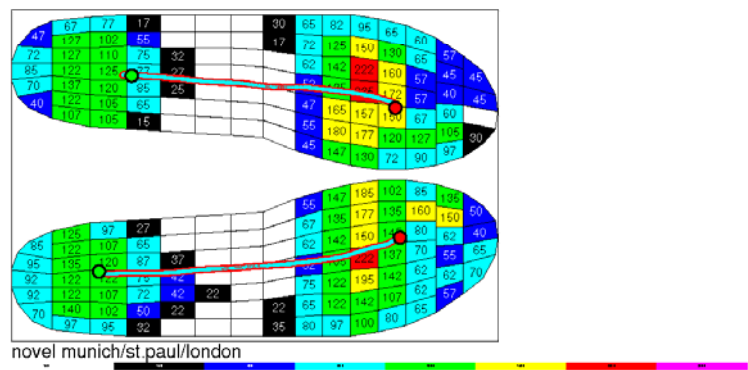
Paciente 06

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\06 - 20151228_1.sol
Date: 28/12/2015 Time: 11:13:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 636.985 N in frame 846, 681.522 N in frame 692
Area: 95.310 cm², 99.150 cm² Peak Pressure: 235.000 kPa, 222.500 kPa Duration of one frame: 20.000 ms
Number of frames: 1163 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: Caminhada



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\06 -

20150928_1.sol

Date: 28/09/2015 Time: 11:41:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 463.390 N in frame 1664, 524.055 N in frame 1590

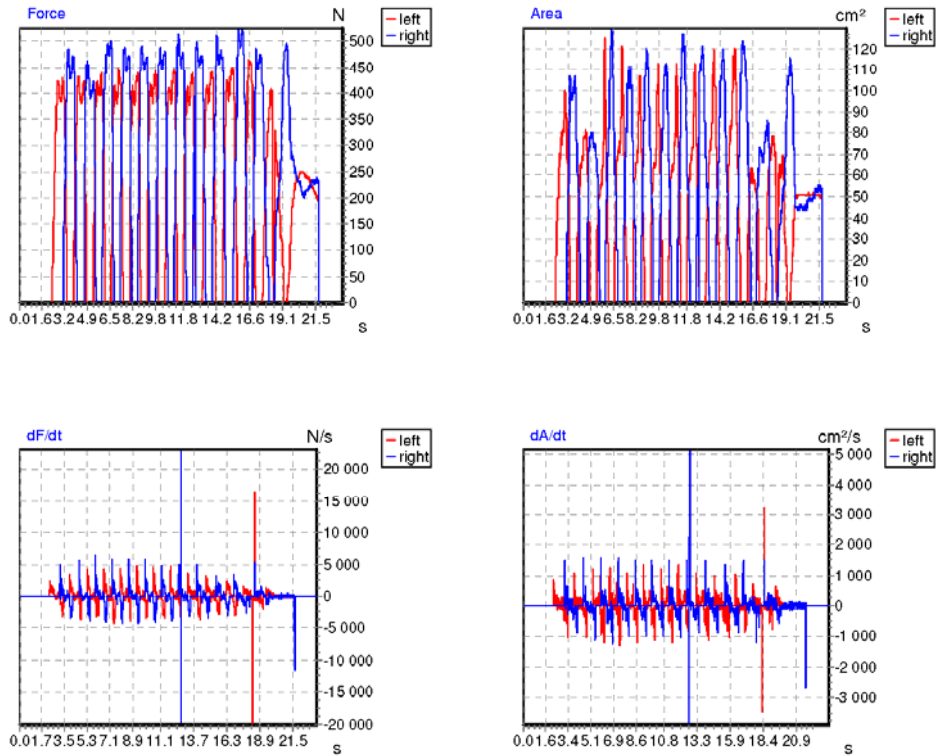
Area: 130.880 cm², 133.690 cm² Peak Pressure: 112.500 kPa, 127.500 kPa

Duration of one frame: 10.000 ms

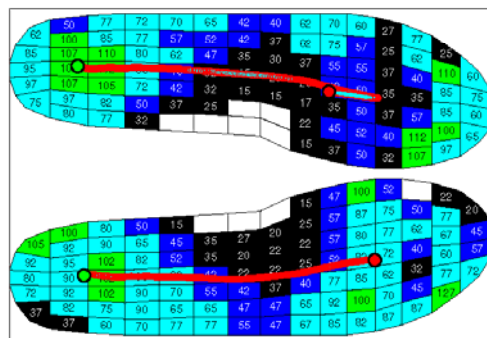
Number of frames: 2345

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10 MWT-1



Pressure picture



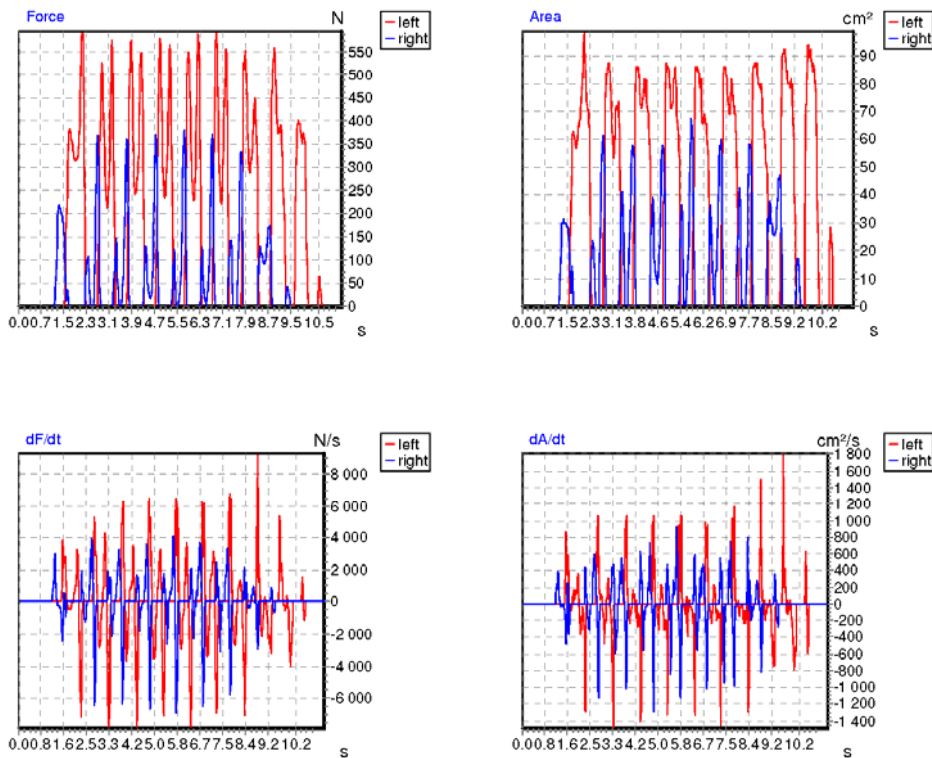
novel munich/st.paul/london

Paciente 07

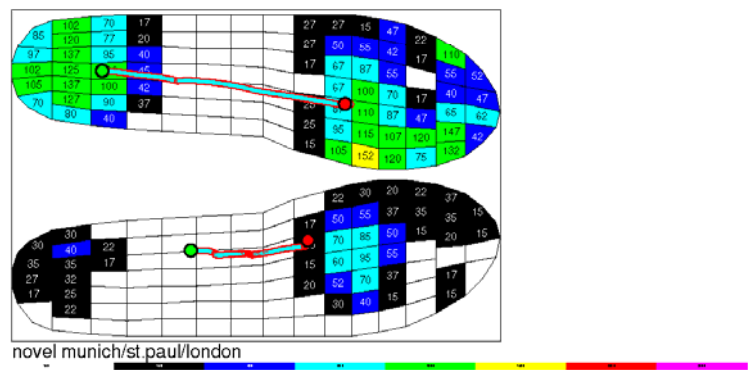
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\07 - 20151228_1.sol
Date: 28/12/2015 Time: 13:18:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 593.245 N in frame 344, 378.255 N in frame 288
Area: 106.590 cm², 68.990 cm² Peak Pressure: 152.500 kPa, 95.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms
Number of frames: 563 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 1.mts_1



Pressure picture



force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\07 -

2015092811.sol

Date: 28/09/2015 Time: 12:50:00

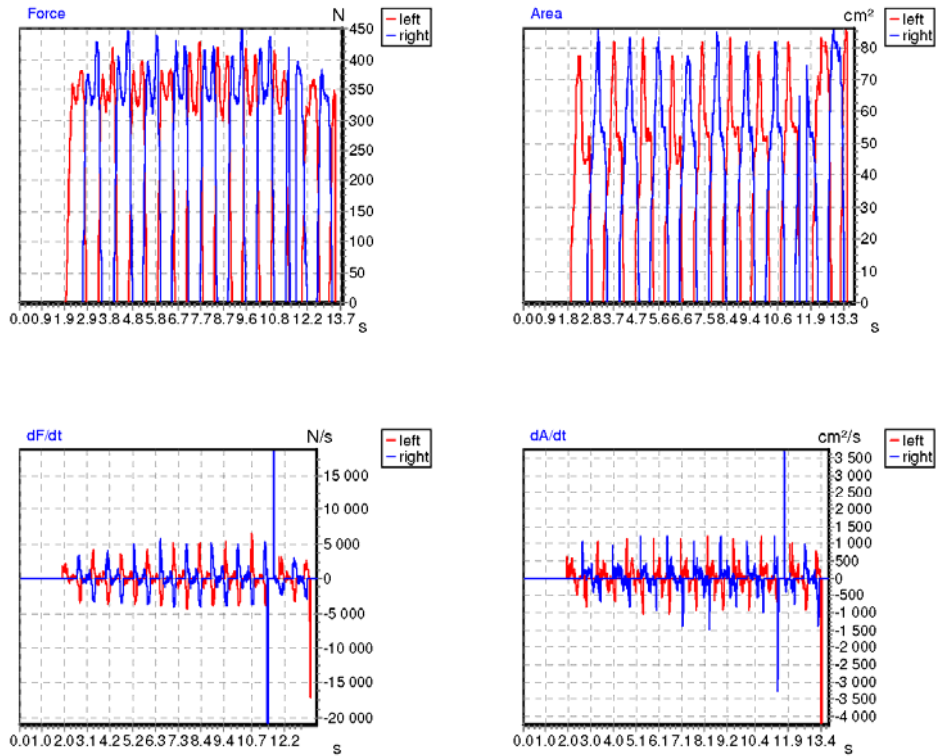
Frame: averaged MPP Max.Force: 427.420 N in frame 766, 450.570 N in frame 945

Area: 94.170 cm², 94.120 cm² Peak Pressure: 165.000 kPa, 210.000 kPa Duration of one frame: 10.000 ms

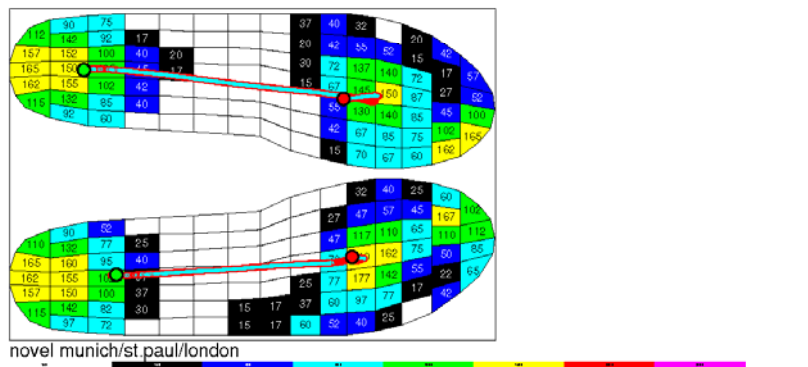
Number of frames: 1376

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10 MWT-1



Pressure picture



Paciente 08

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\08 -

20160307_1.sol

Date: 07/03/2016 Time: 13:59:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 547.167 N in frame 343, 517.383 N in frame 230

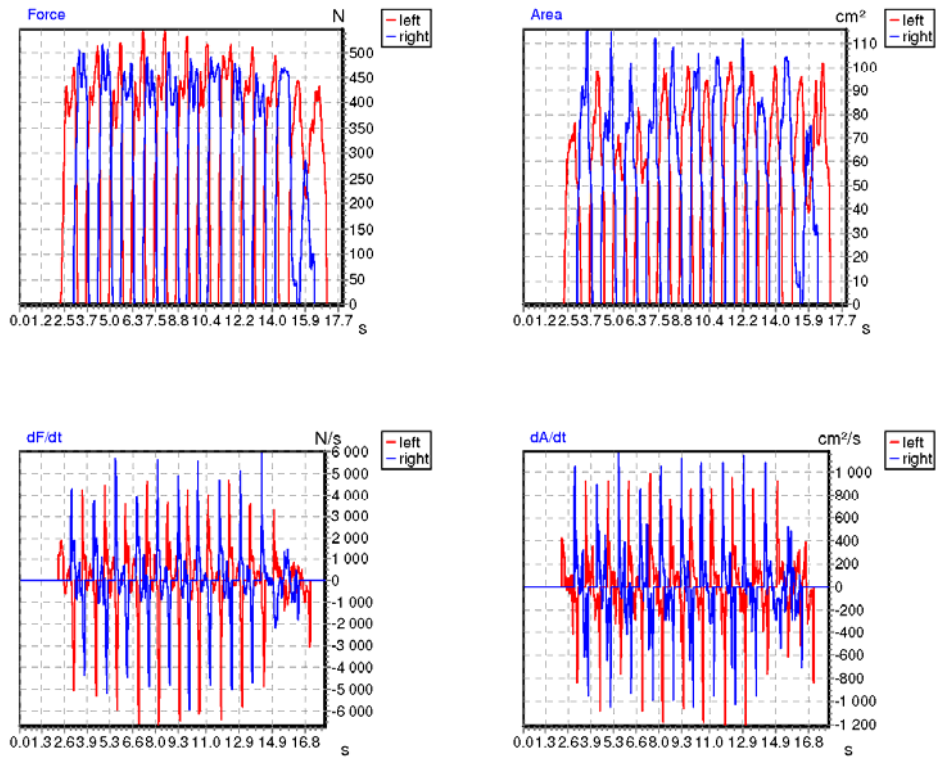
Area: 110.680 cm², 109.360 cm² Peak Pressure: 480.000 kPa, 357.500 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

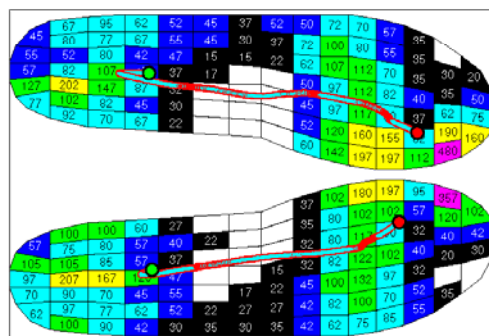
Number of frames: 899

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10MWT_1



Pressure picture



novel munich/st.paul/london

Paciente 09

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\09 -

20151228_1.sol

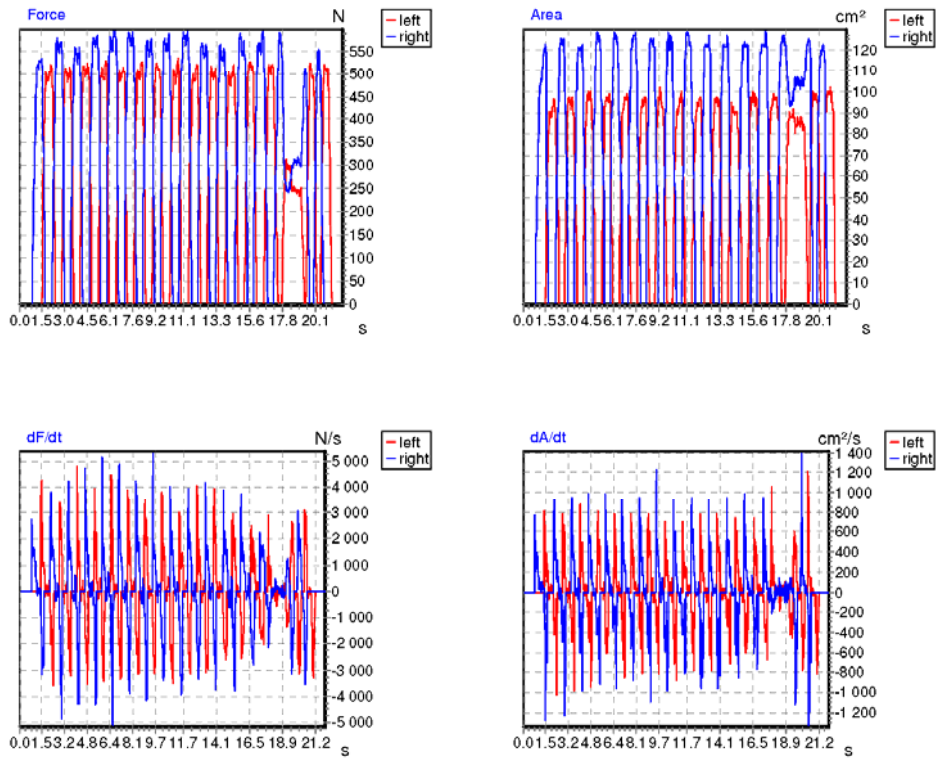
Date: 28/12/2015 Time: 13:32:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 533.033 N in frame 538, 596.175 N in frame 321

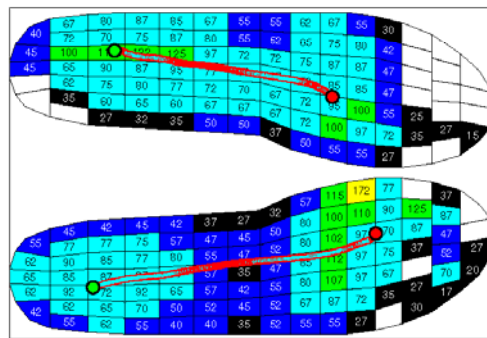
Area: 117.140 cm², 132.320 cm² Peak Pressure: 125.000 kPa, 172.500 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 1097 Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 1.WMT_1



Pressure picture



novel munich/st.paul/london

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\09 - 20151109 1.sol

Date: 09/11/2015 Time: 14:40:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 673.847 N in frame 331, 696.485 N in frame 806

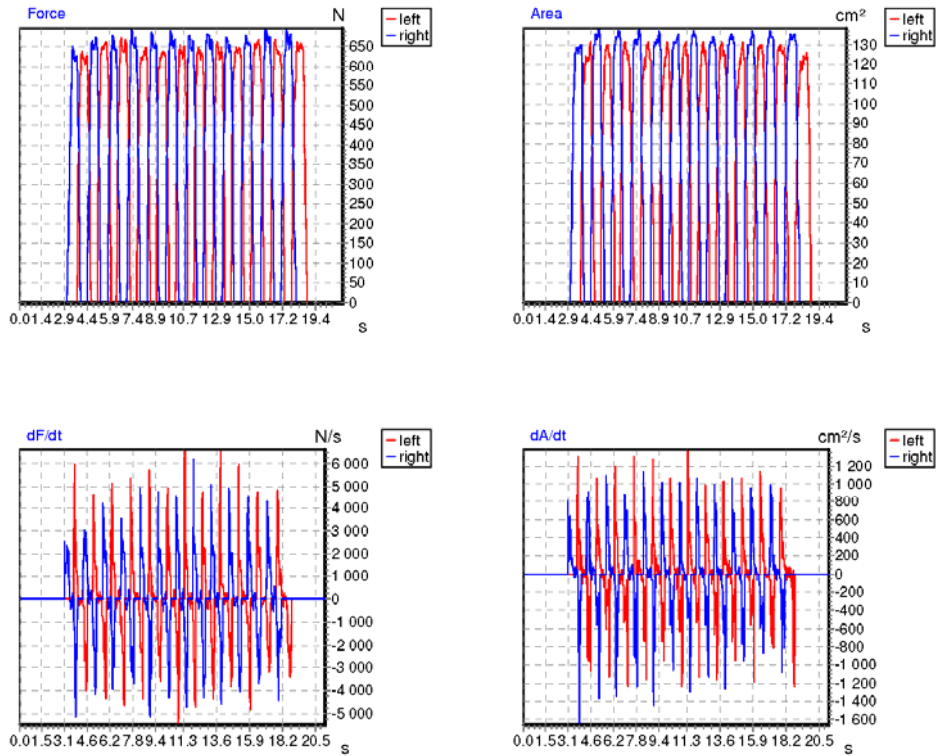
Area: 137.920 cm², 139.310 cm² Peak Pressure: 310.000 kPa, 145.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

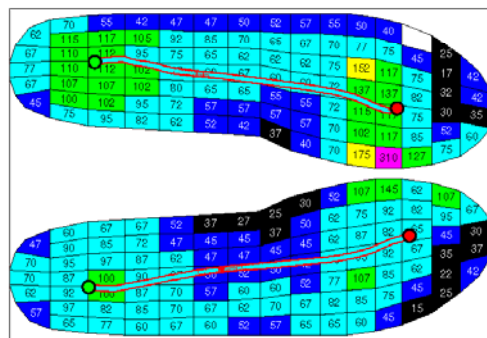
Number of frames: 1058

Number of sensors per cm²: ---

Original comments: 1_MWT_1



Pressure picture

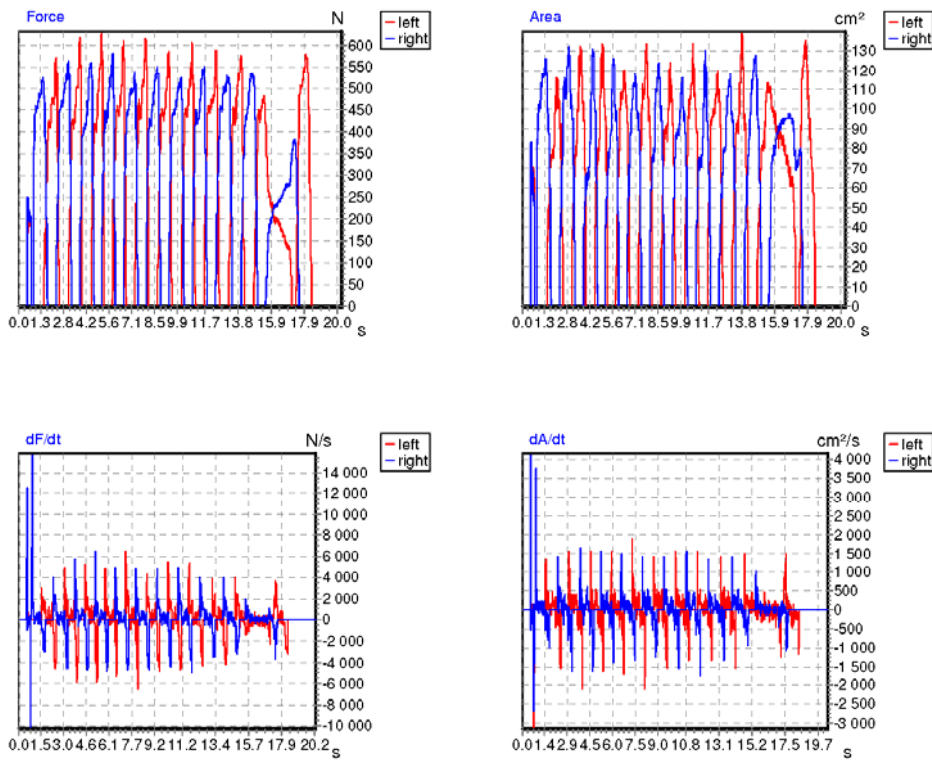


novel munich/st.paul/london

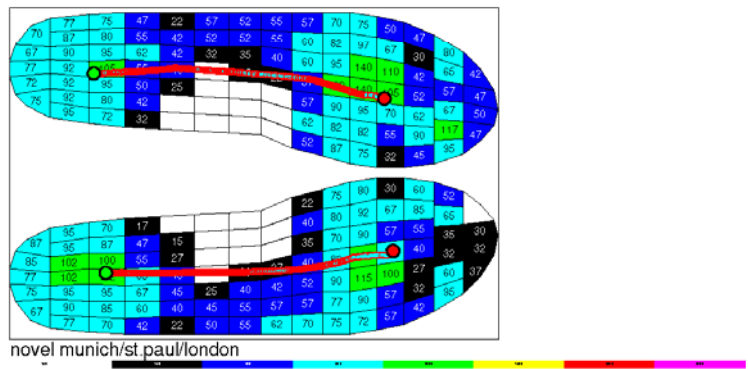
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\10 -
20151005_1.sol
Date: 05/10/2015 Time: 15:47:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 631.870 N in frame 520, 582.795 N in frame 590
Area: 136.480 cm², 136.510 cm² Peak Pressure: 140.000 kPa, 115.000 kPa
Duration of one frame: 10.000 ms Number of frames: 2031 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 10 MWT_1



Pressure picture



Paciente 11

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\11

20160307_11_1.sol

Date: 07/03/2016 Time: 11:45:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 670.985 N in frame 359, 697.125 N in frame 134

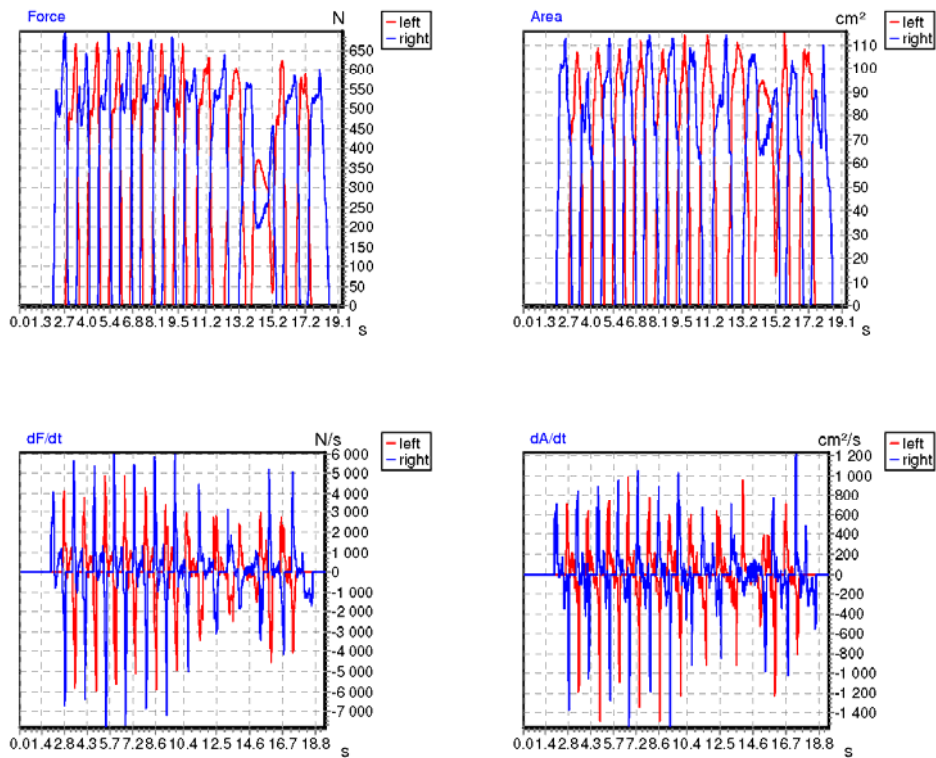
Area: 122.410 cm², 119.580 cm² Peak Pressure: 210.000 kPa, 325.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

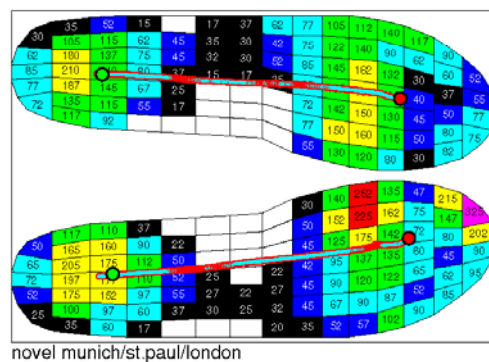
Number of frames: 971

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10mw_1



Pressure picture



Paciente 12

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\11

20151228 [REDACTED]1.sol

Date: 28/12/2015 Time: 13:56:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 796.063 N in frame 258, 675.760 N in frame 515

Area: 109.730 cm², 109.740 cm²

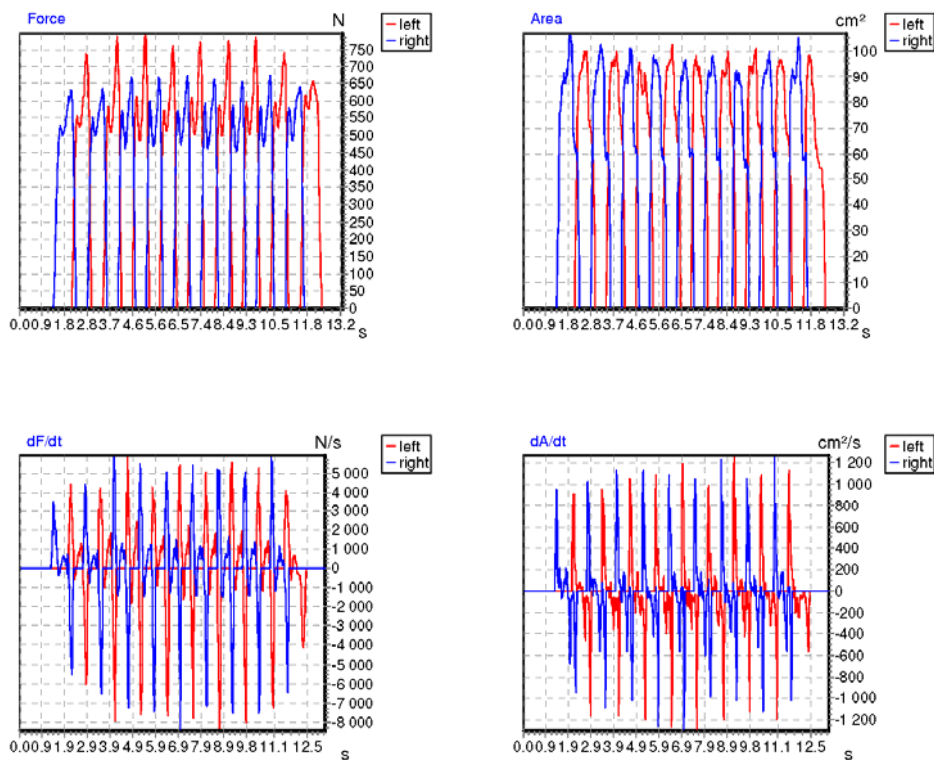
Peak Pressure: 382.500 kPa, 320.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

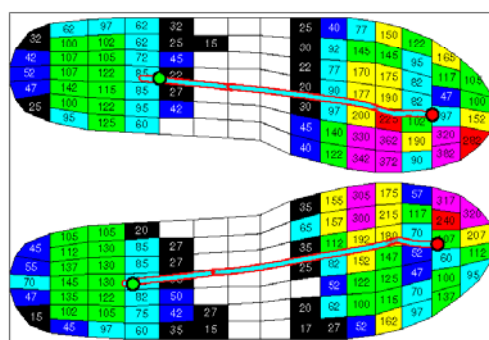
Number of frames: 664

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 1WTM_1



Pressure picture



novel munich/st.paul/london

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\12 -

20160307 1.sol

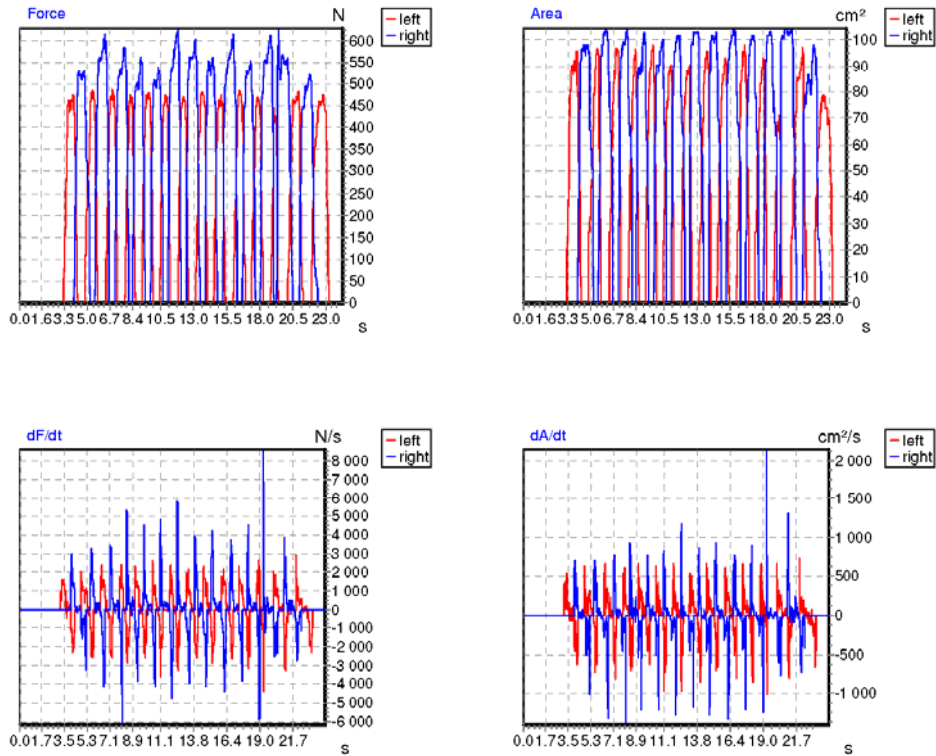
Date: 07/03/2016 Time: 10:43:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 487.725 N in frame 347, 627.760 N in frame 594

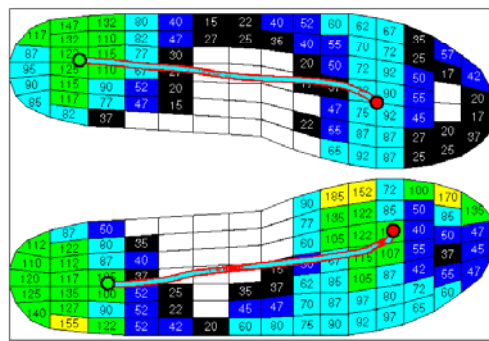
Area: 99.210 cm², 102.900 cm² Peak Pressure: 147.500 kPa, 185.000 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 1212 Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10MWT_1



Pressure picture



novel munich/st.paul/london

Paciente 13

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\12 -

20151109 [REDACTED]_1.sol

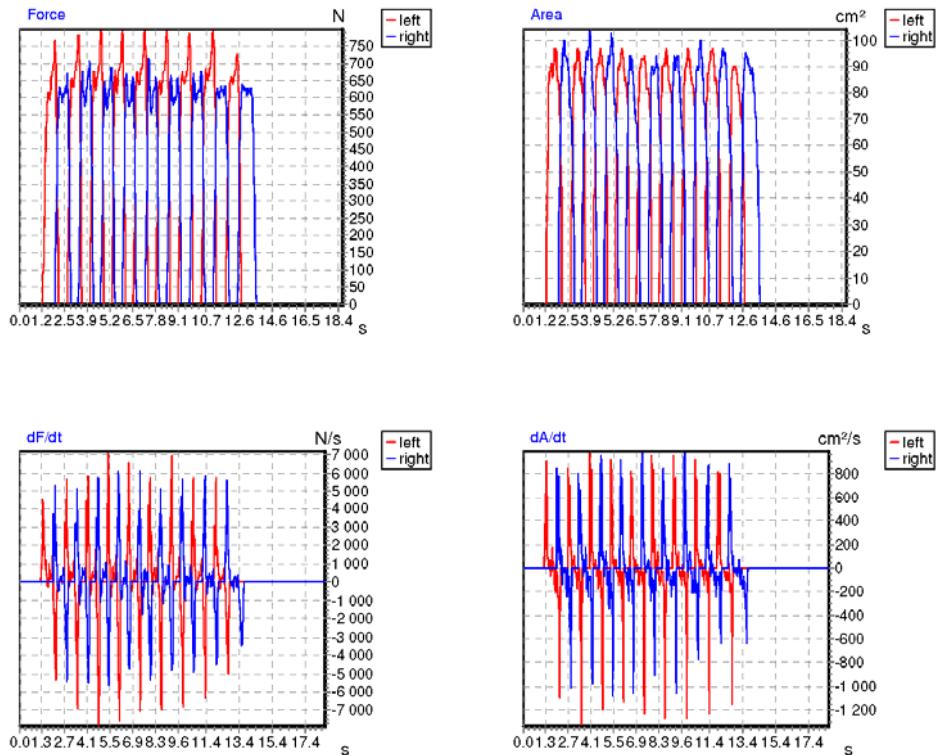
Date: 09/11/2015 Time: 11:53:00

Frame: averaged MPP Max Force: 799.280 N in frame 297, 712.698 N in frame 371

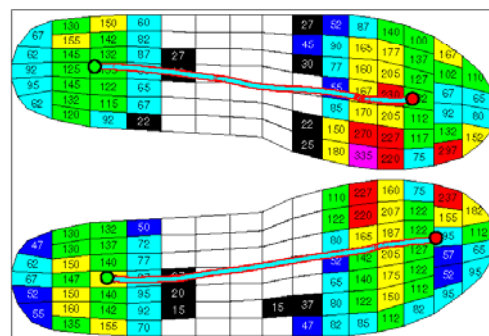
Area: 99.790 cm², 98.310 cm² Peak Pressure: 335.000 kPa, 237.500 kPa Duration of one frame: 20.000 ms

Number of frames: 932 Number of sensors per cm²: ---

Original comments: 1-MHT_1



Pressure picture

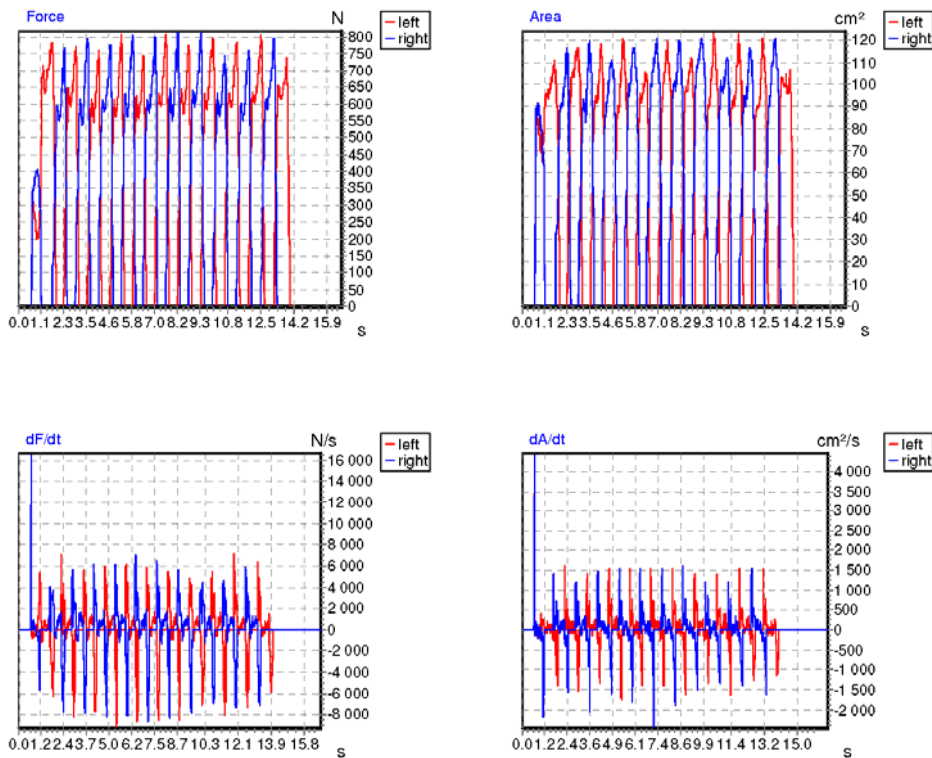


novel munich/st.paul/london

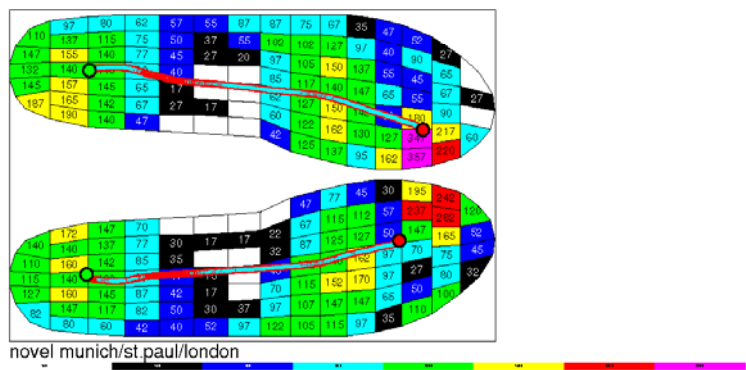
Paciente 14

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\13 -
20151005_1.sol
Date: 05/10/2015 Time: 15:31:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 807.595 N in frame 760. 816.675 N in frame 821
Area: 125.220 cm², 128.060 cm² Peak Pressure: 357.500 kPa, 282.500 kPa
Duration of one frame: 10.000 ms Number of frames: 1669 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 10 MWT-1



Pressure picture

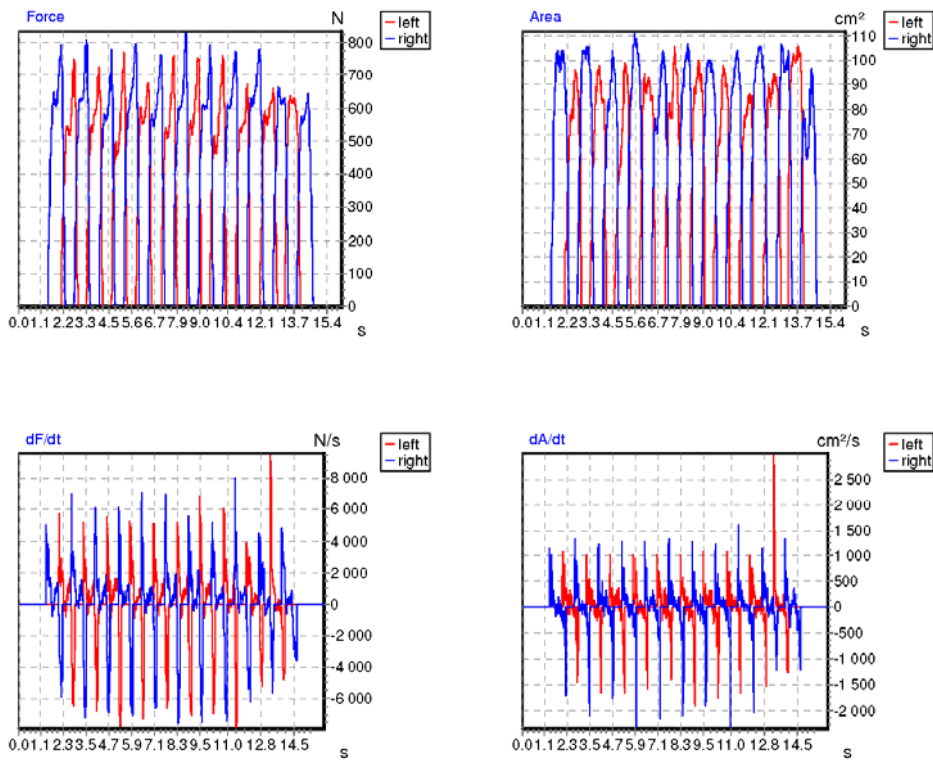


Paciente 15

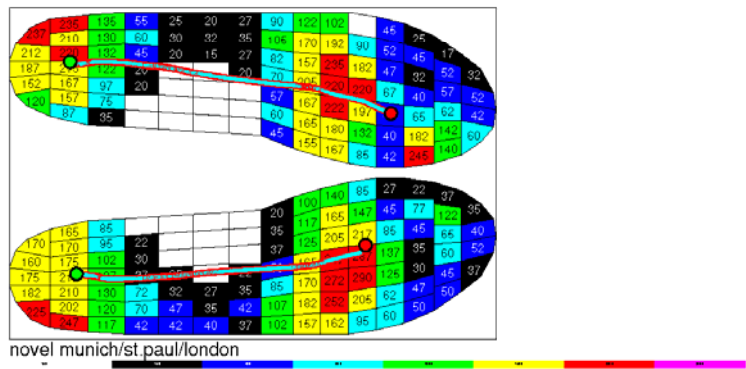
force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\14 -
20151005\11.sol
Date: 05/10/2015 Time: 15:05:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 770.865 N in frame 524, 833.997 N in frame 832
Area: 108.000 cm², 111.820 cm² Peak Pressure: 245.000 kPa, 290.000 kPa
Duration of one frame: 10.000 ms Number of frames: 1611 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 10 MWT_1



Pressure picture



Paciente 15

force & area derivatives

novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\15 -

20160307 1.sol

Date: 07/03/2016 Time: 14:54:00

Frame: averaged MPP Max.Force: 958.567 N in frame 240, 893.043 N in frame 298

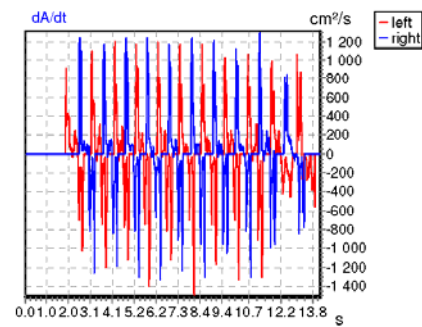
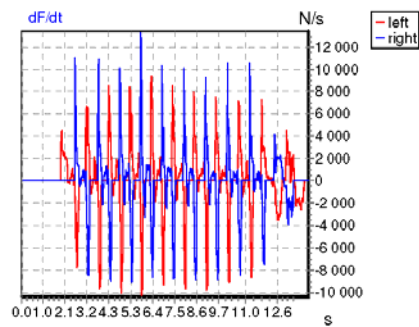
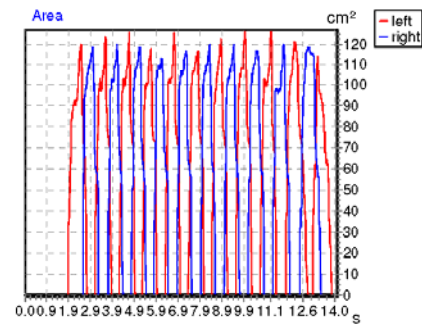
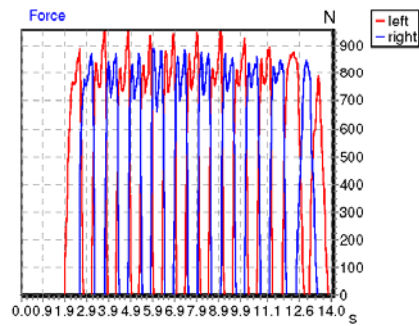
Area: 123.760 cm², 120.970 cm² Peak Pressure: 567.500 kPa, 435.000 kPa

Duration of one frame: 20.000 ms

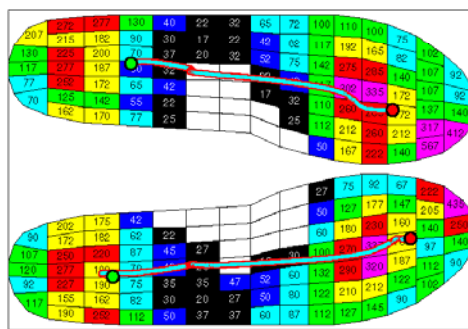
Number of frames: 705

Number of sensors per cm² : ---

Original comments: 10mwt_1



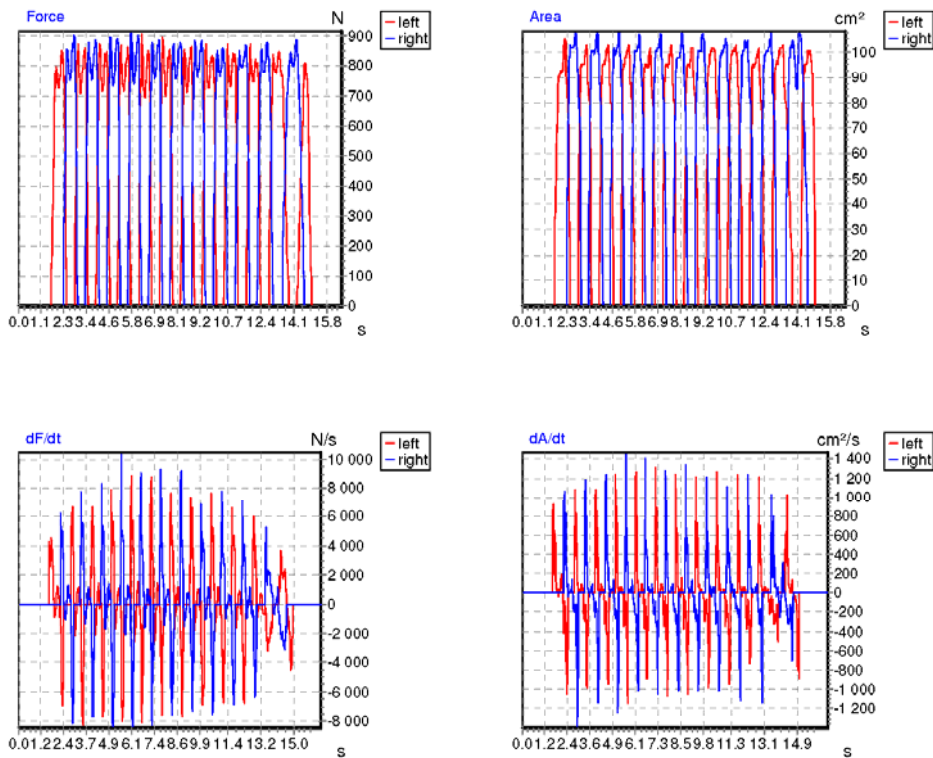
Pressure picture



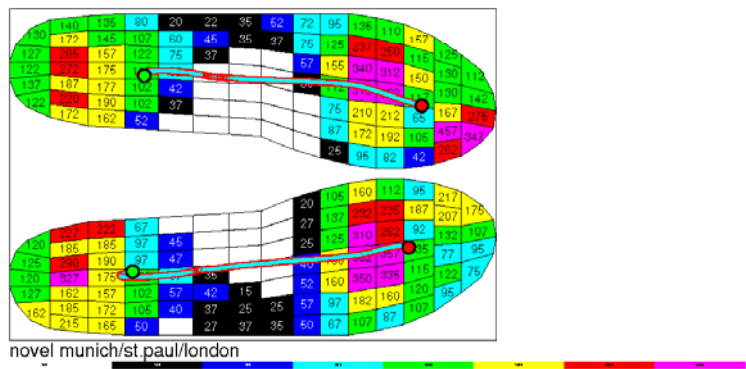
novel munich/st.paul/london

force & area derivatives
novel munich/st.paul/london

Filename: C:\Users\lpinto\Desktop\Pedar_21_06_2016\16 - 2016030711.sol
Date: 07/03/2016 Time: 14:30:00
Frame: averaged MPP Max.Force: 907.488 N in frame 315, 915.390 N in frame 288
Area: 102.950 cm², 108.110 cm² Peak Pressure: 457.500 kPa, 362.500 kPa
Duration of one frame: 20.000 ms Number of frames: 826 Number of sensors per cm² : ---
Original comments: 10wmt_1



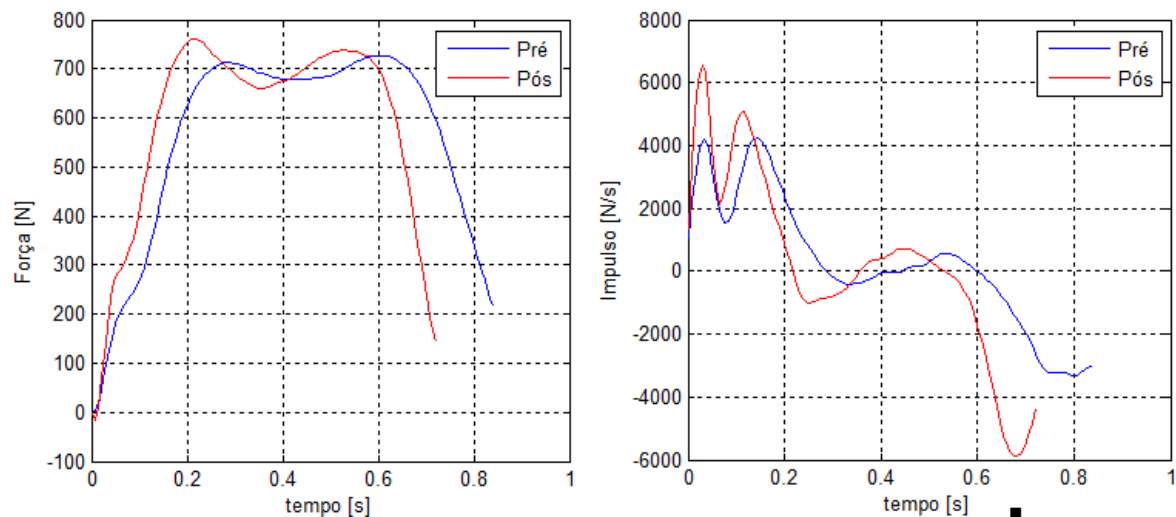
Pressure picture



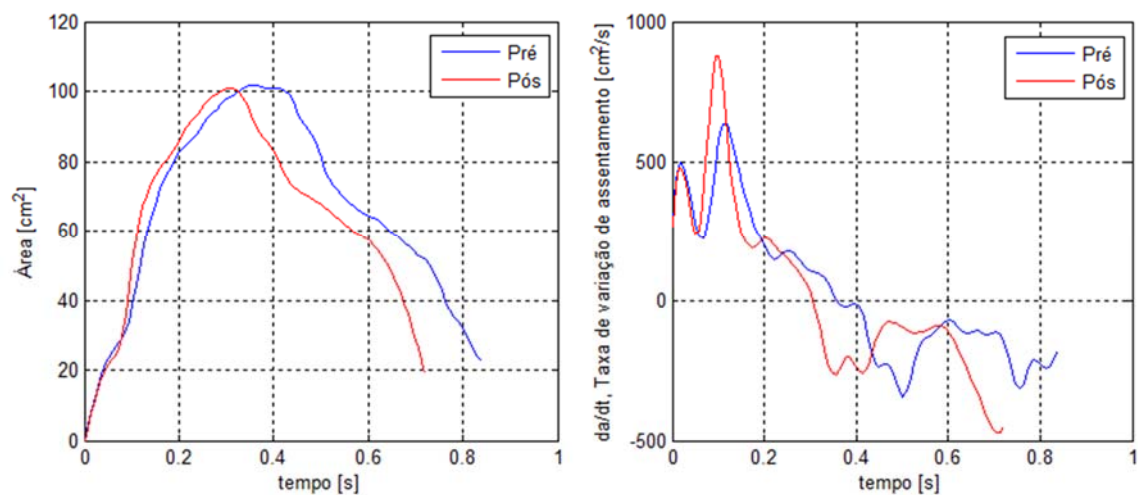
9.4. Força & Área no Algoritmo PEDOBAR

Paciente 01

Pé Direito

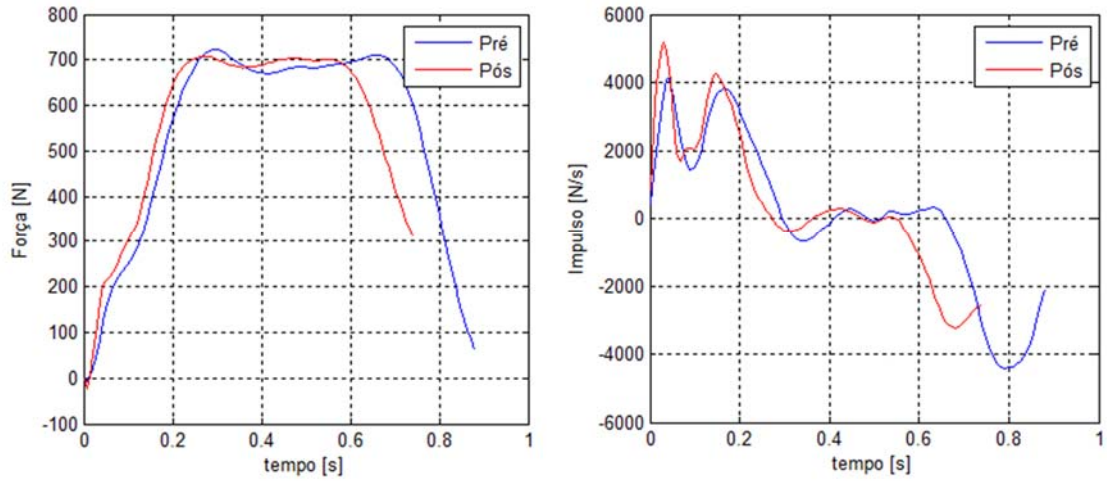


Variação da Força e Impulso com o tempo.

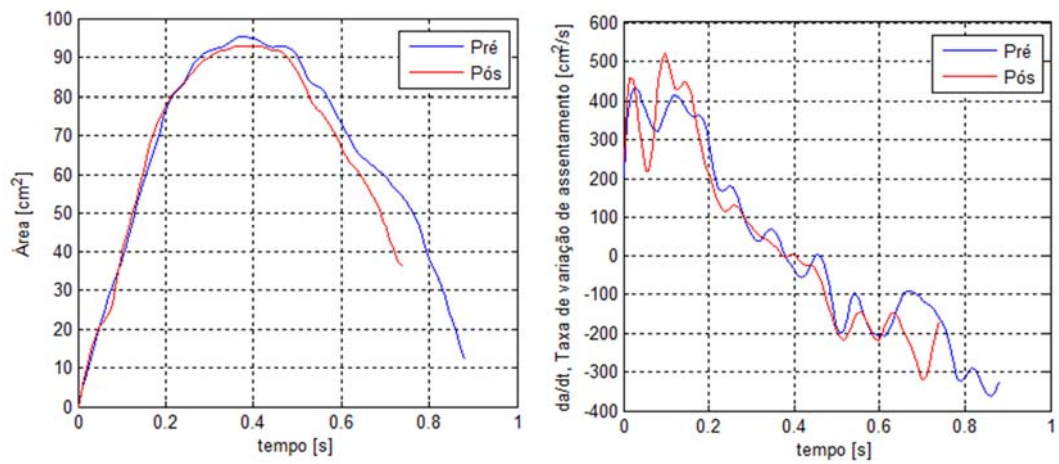


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



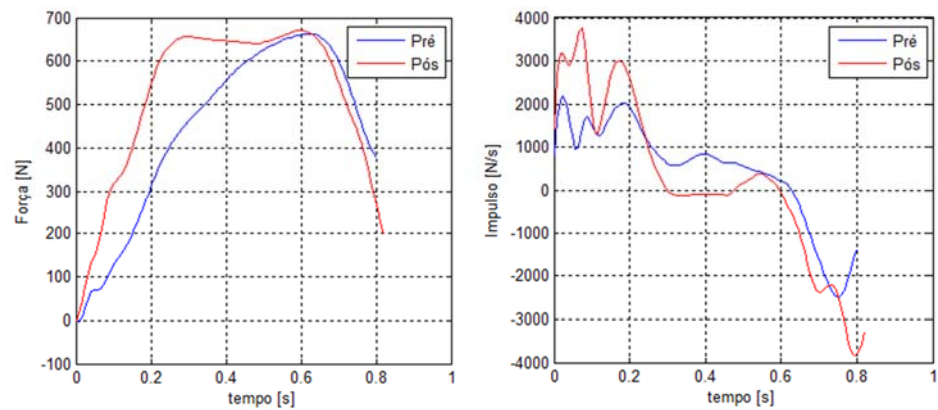
Variação da Força e Impulso com o tempo.



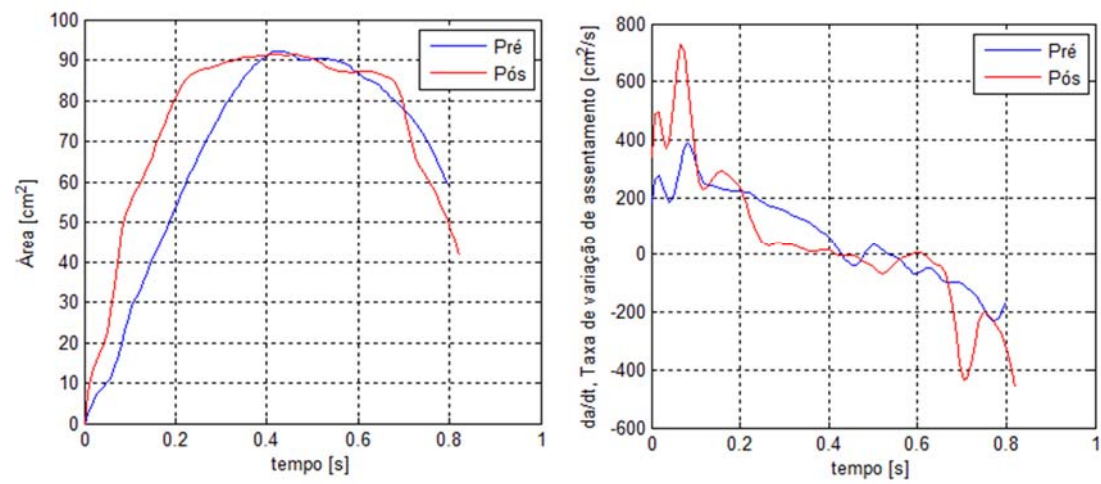
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 02

Pé Direito

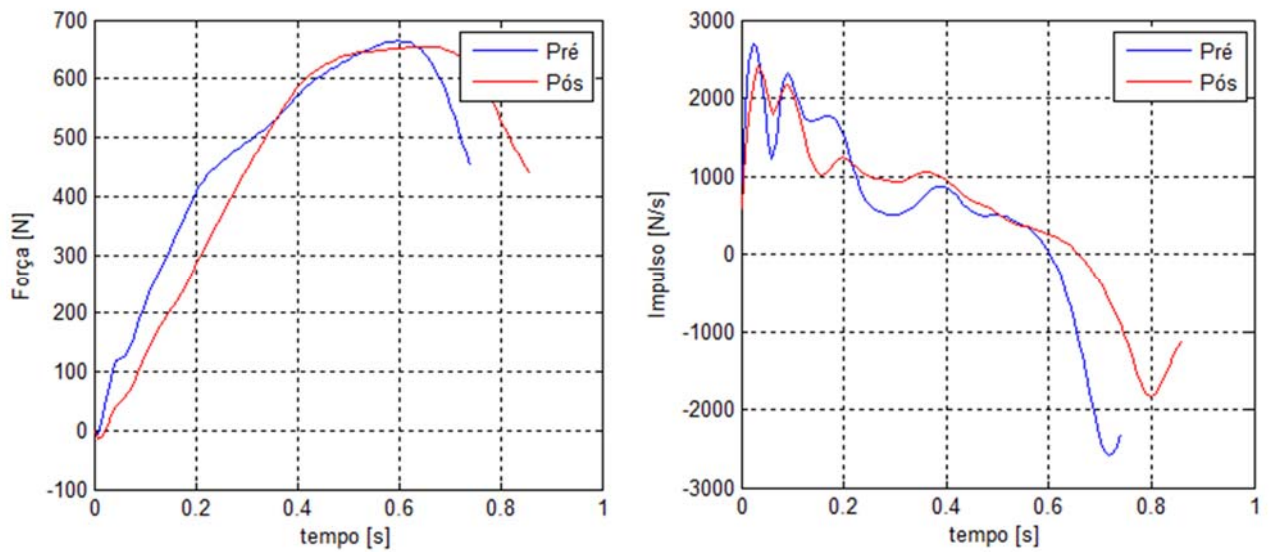


Variação da Força e Impulso com o tempo.

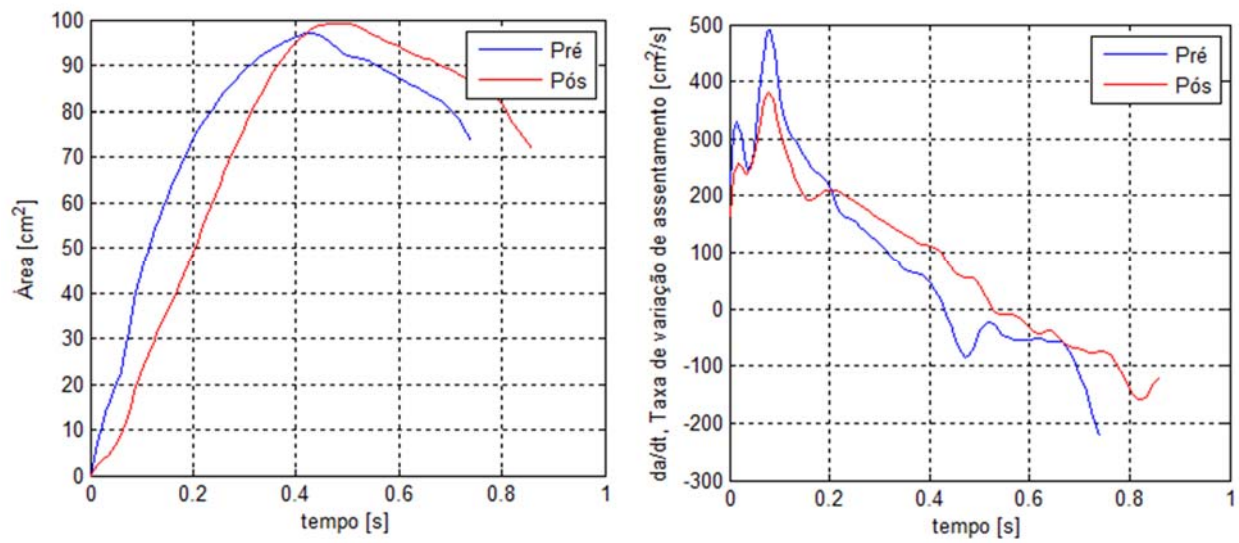


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



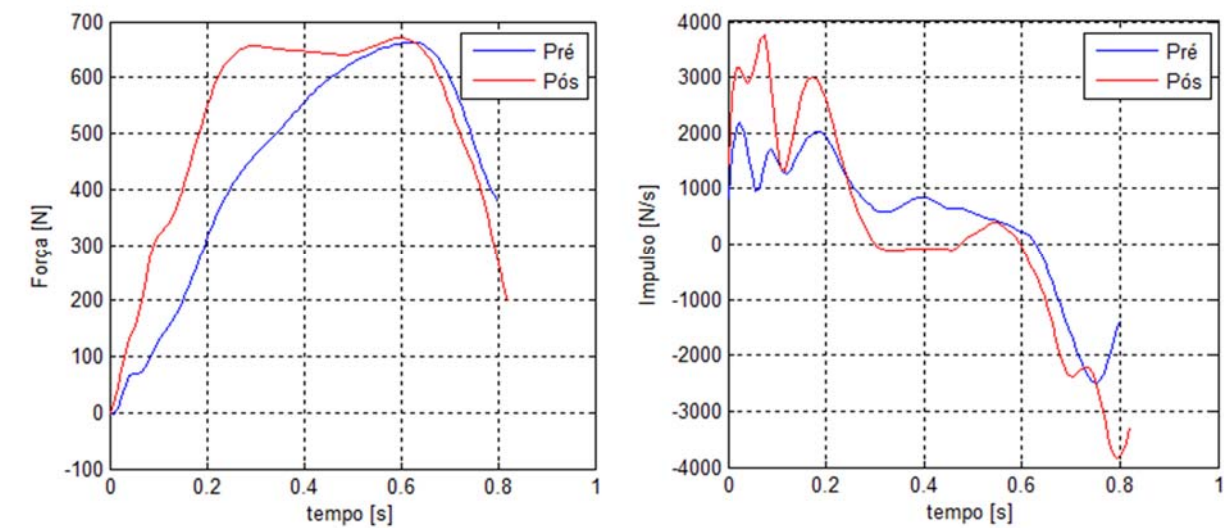
Variação da Força e Impulso com o tempo



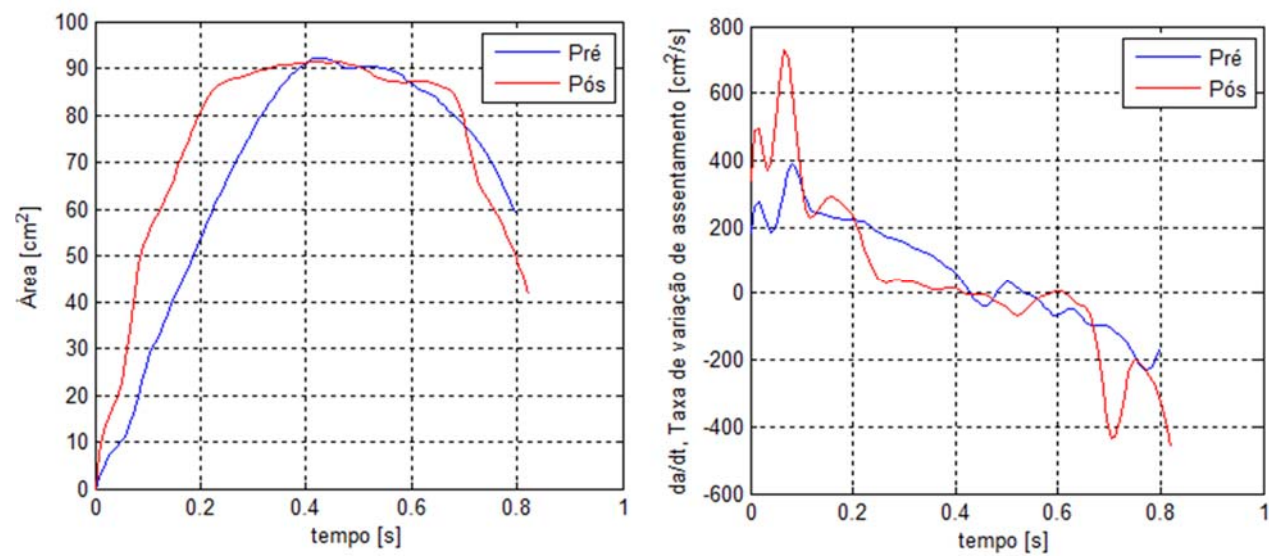
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 03

Pé Direito

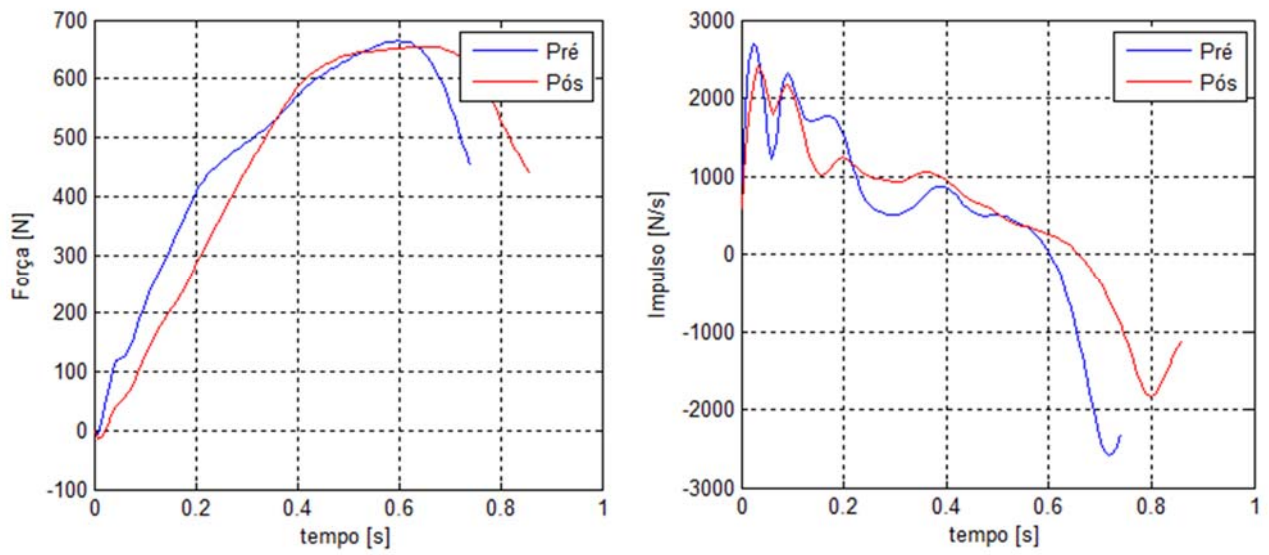


Variação da Força e Impulso com o tempo

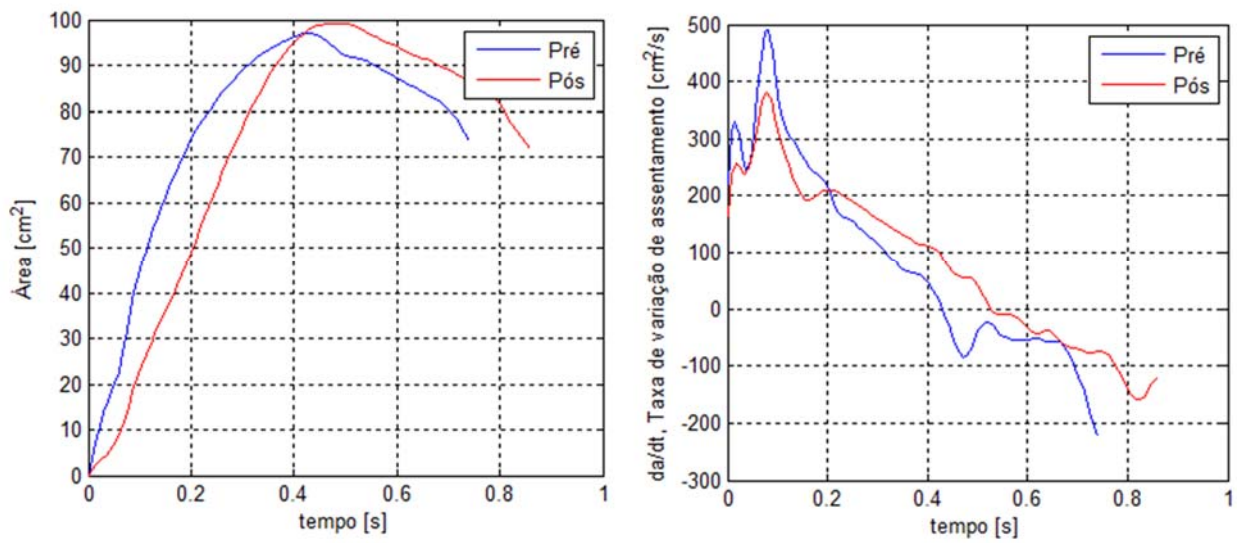


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



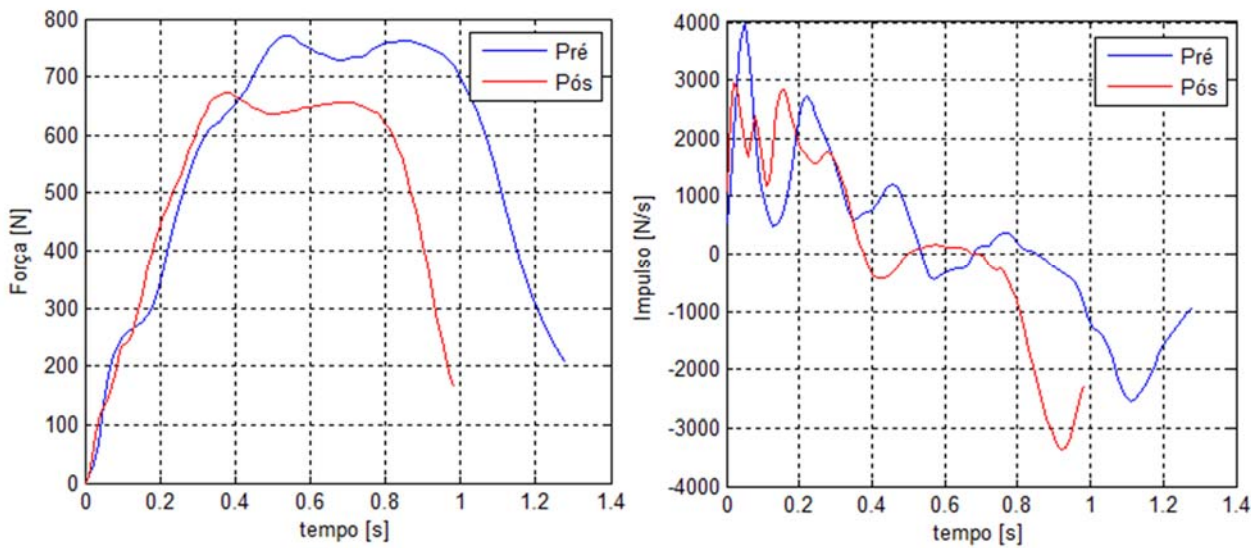
Variação da Força e Impulso com o tempo



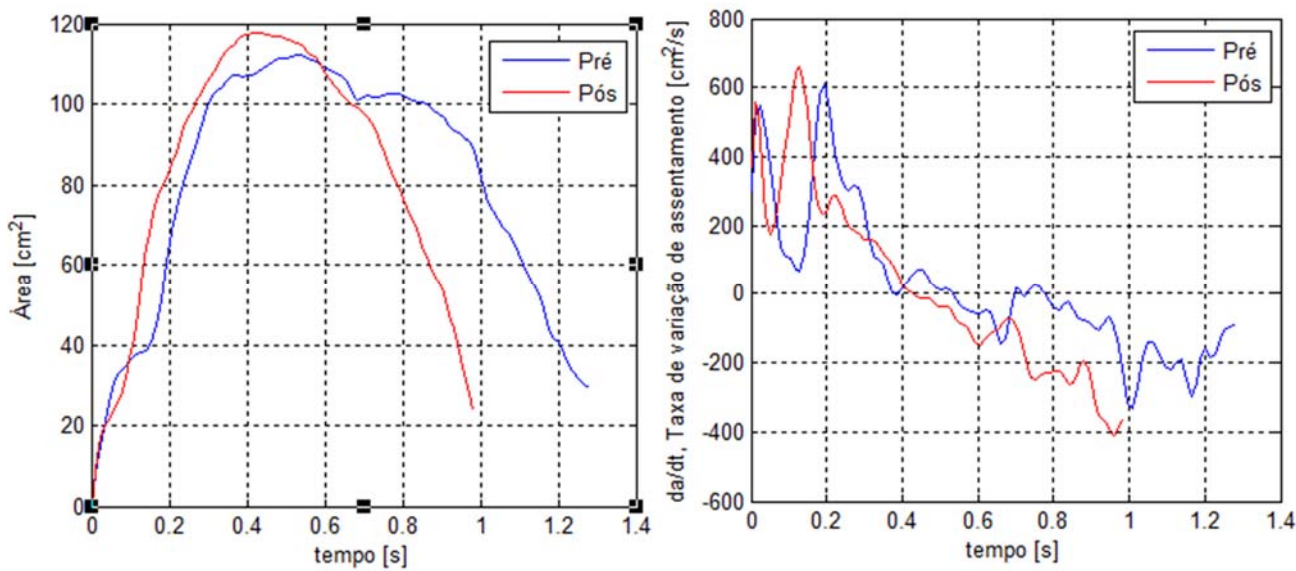
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 05

Pé Direito

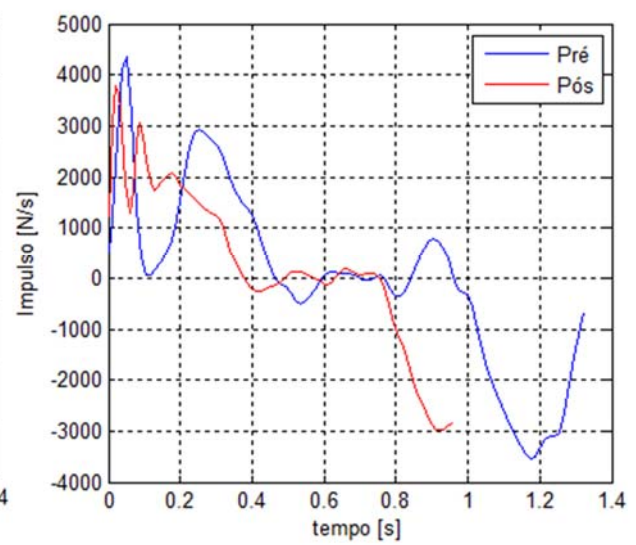
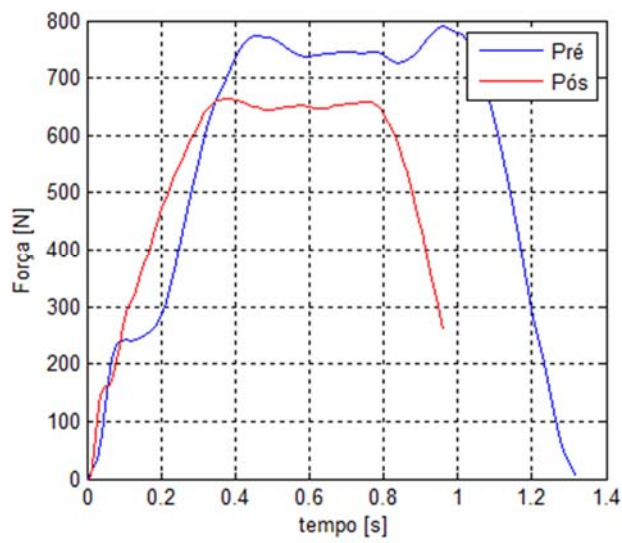


Variação da Força e Impulso com o tempo

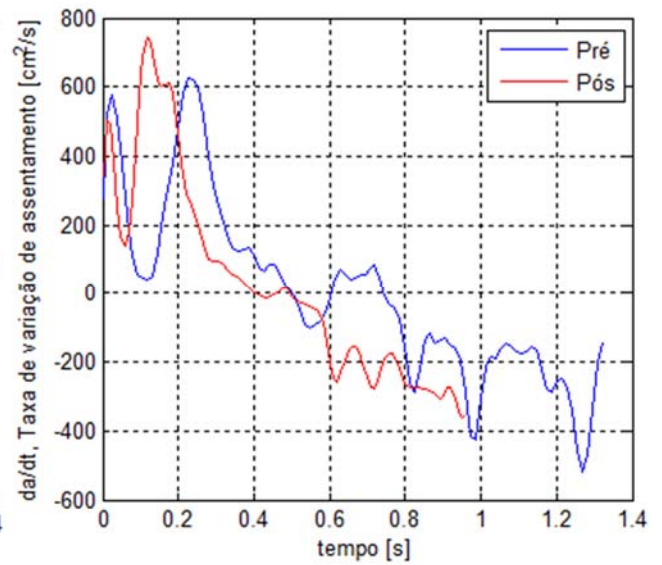
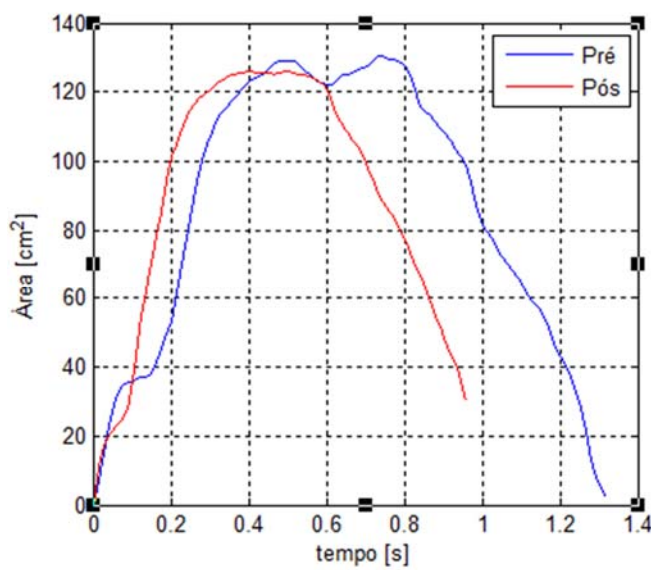


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



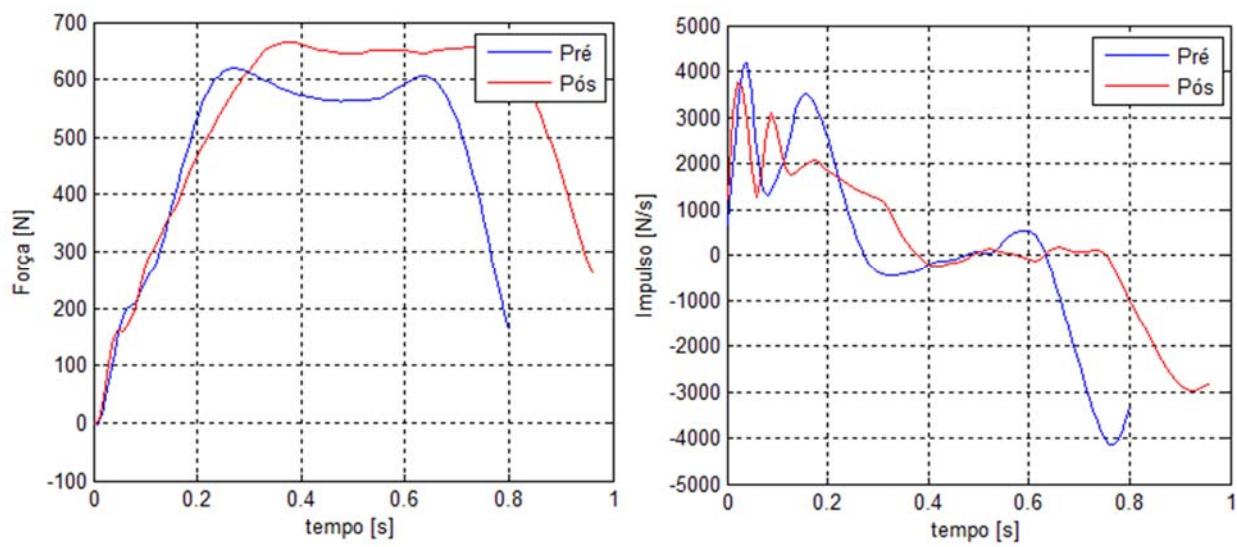
Variação da Força e Impulso com o tempo



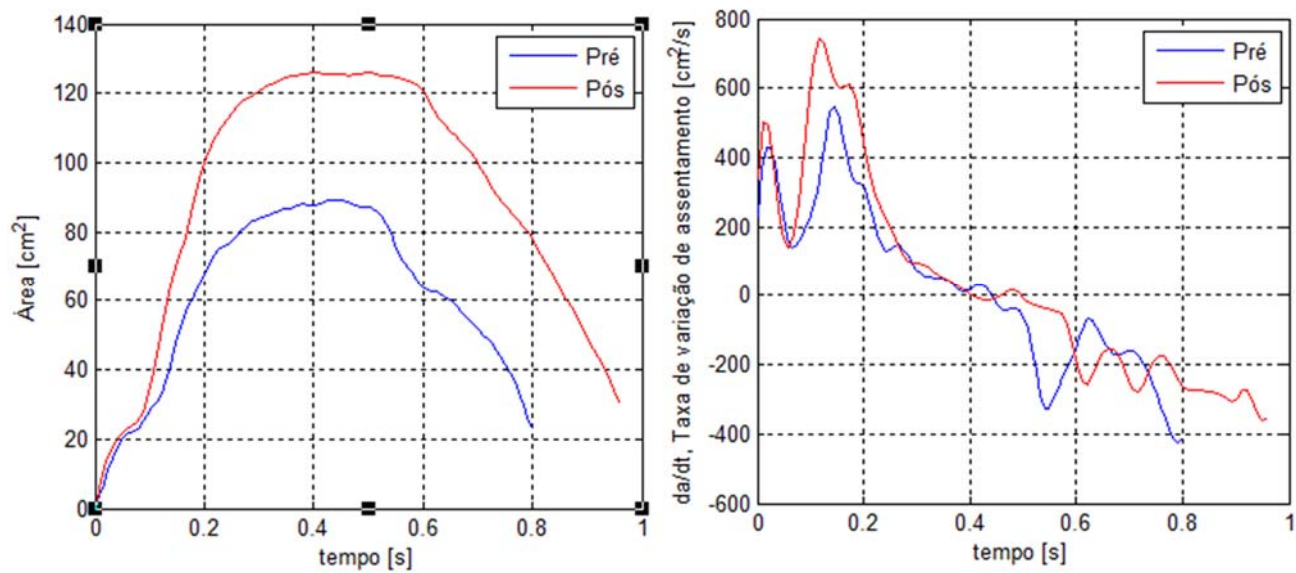
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 06

Pé Direito

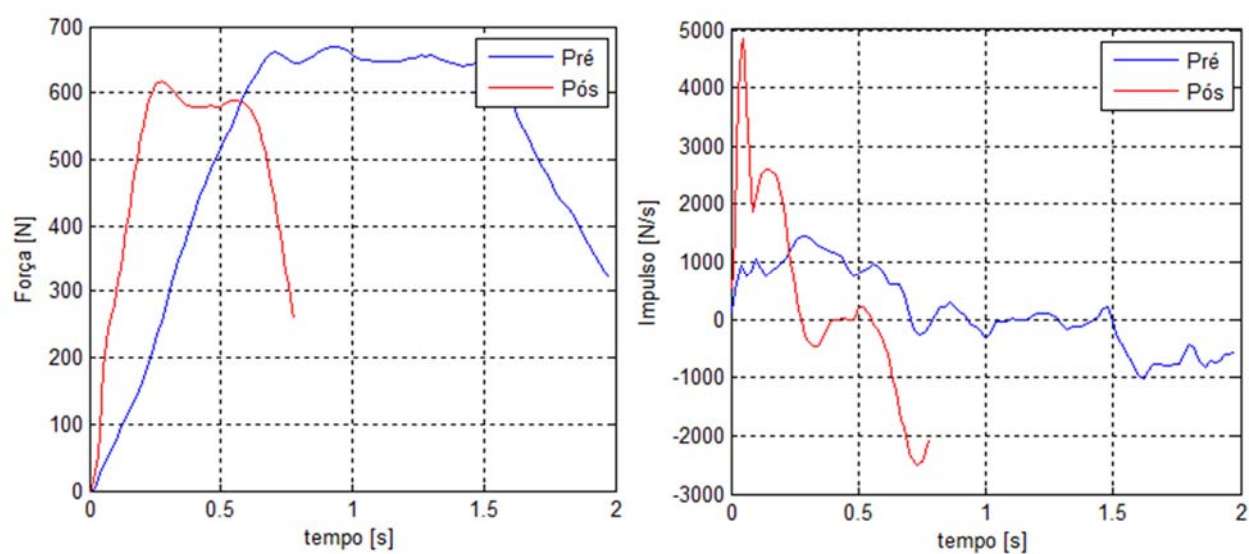


Variação da Força e Impulso com o tempo

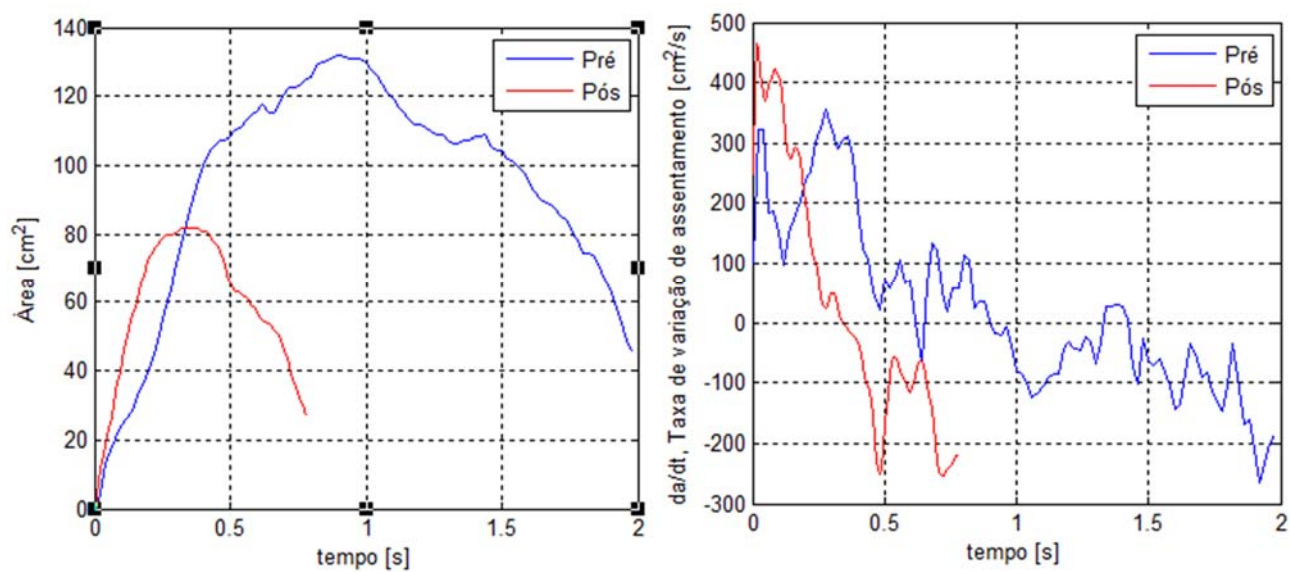


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



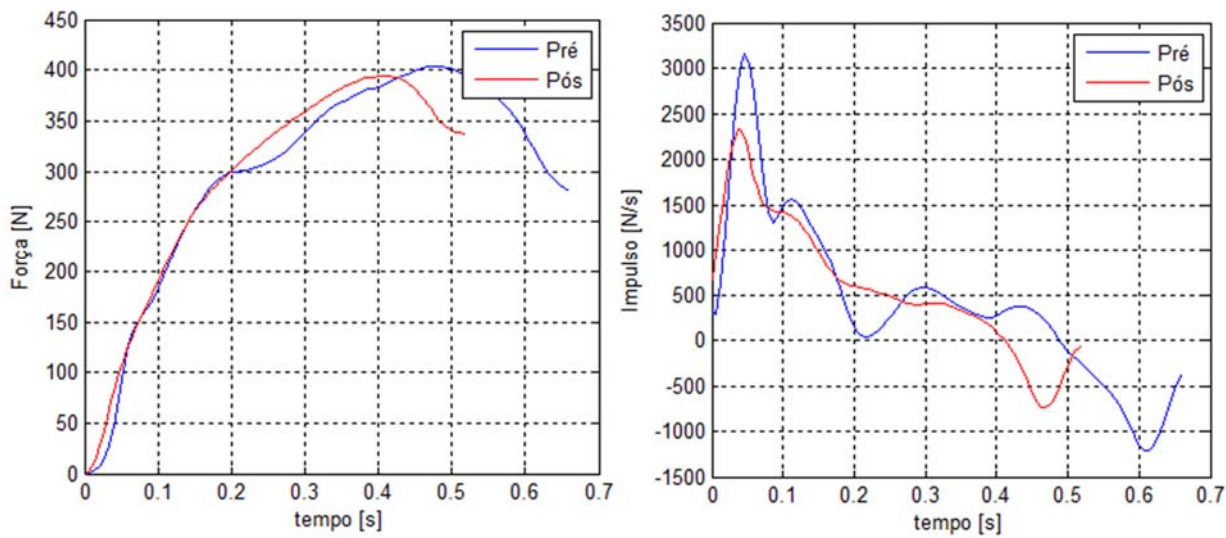
Variação da Força e Impulso com o tempo



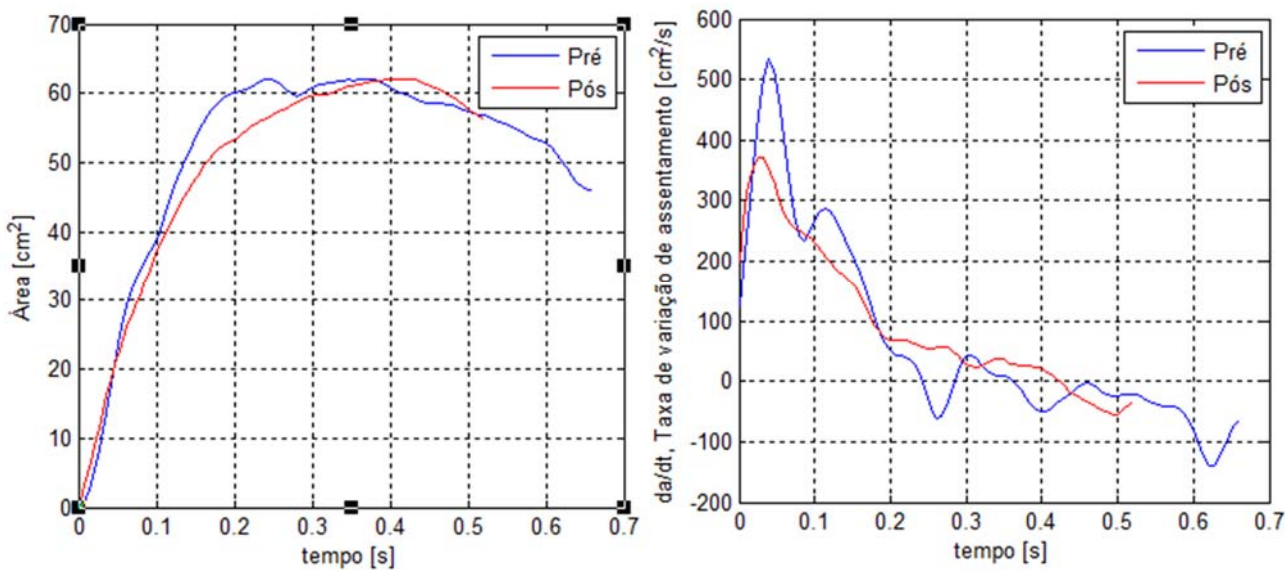
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 07

Pé Direito

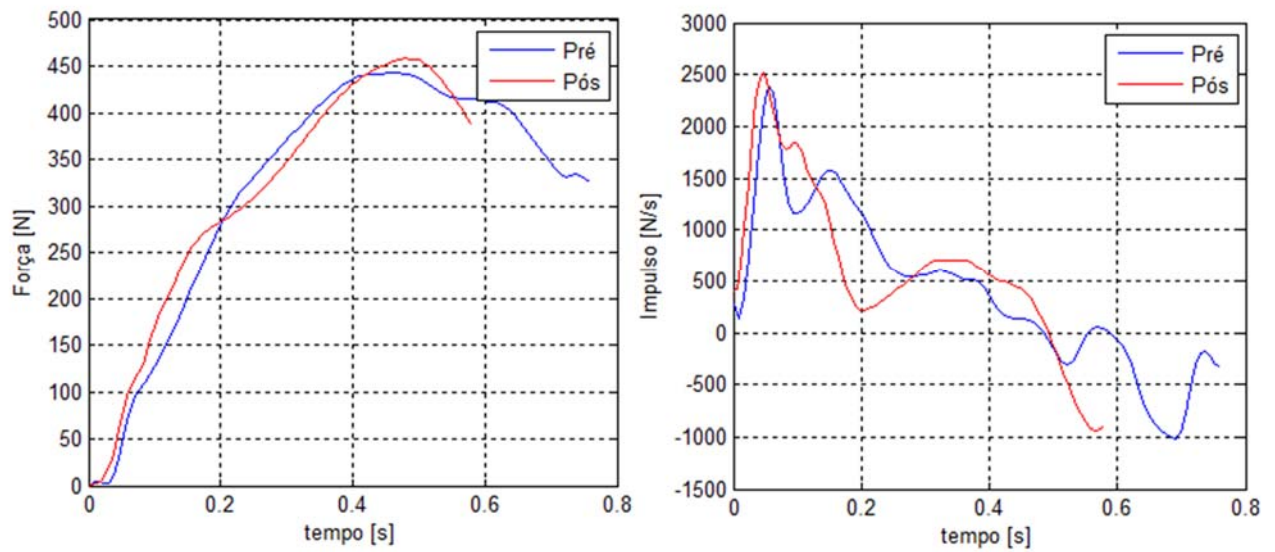


Variação da Força e Impulso com o tempo

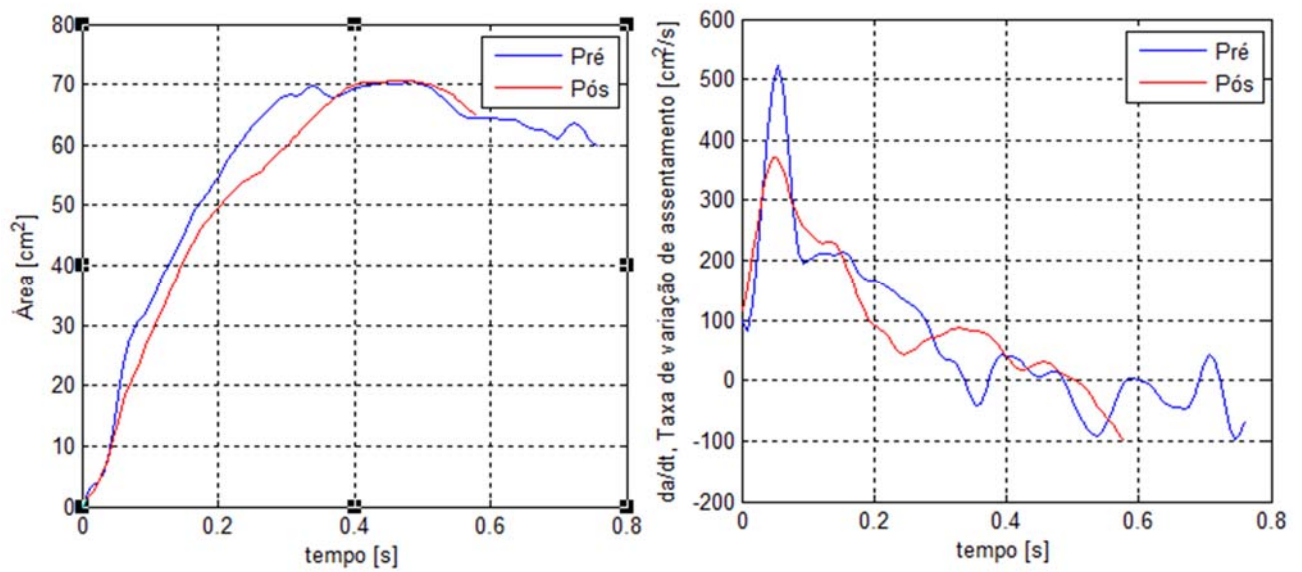


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



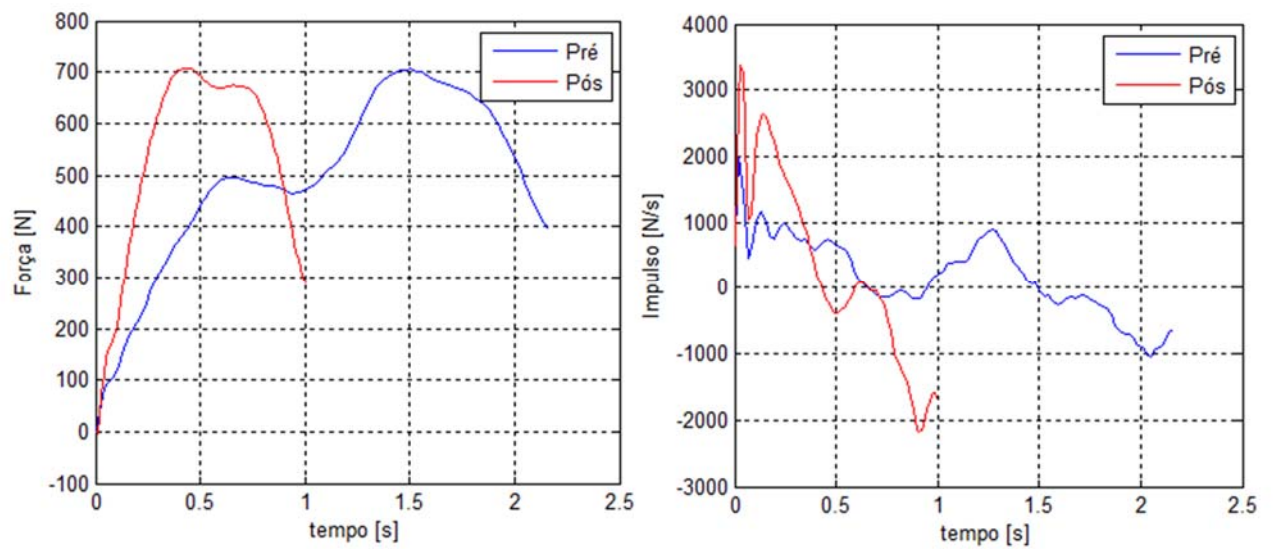
Variação da Força e Impulso com o tempo



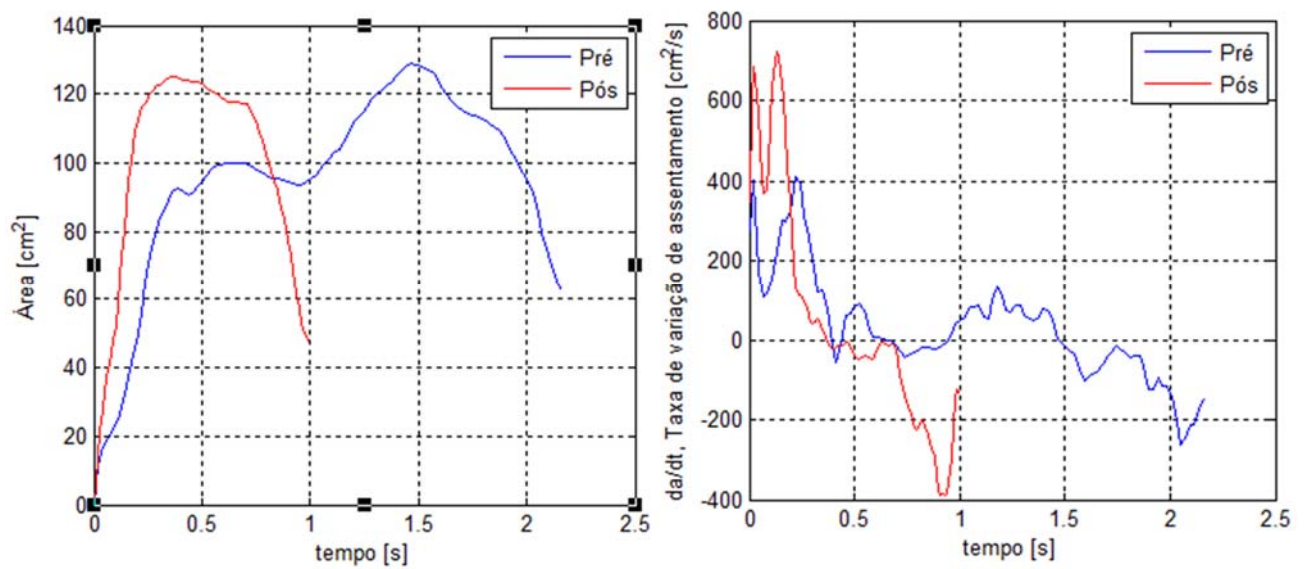
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 09

Pé Direito

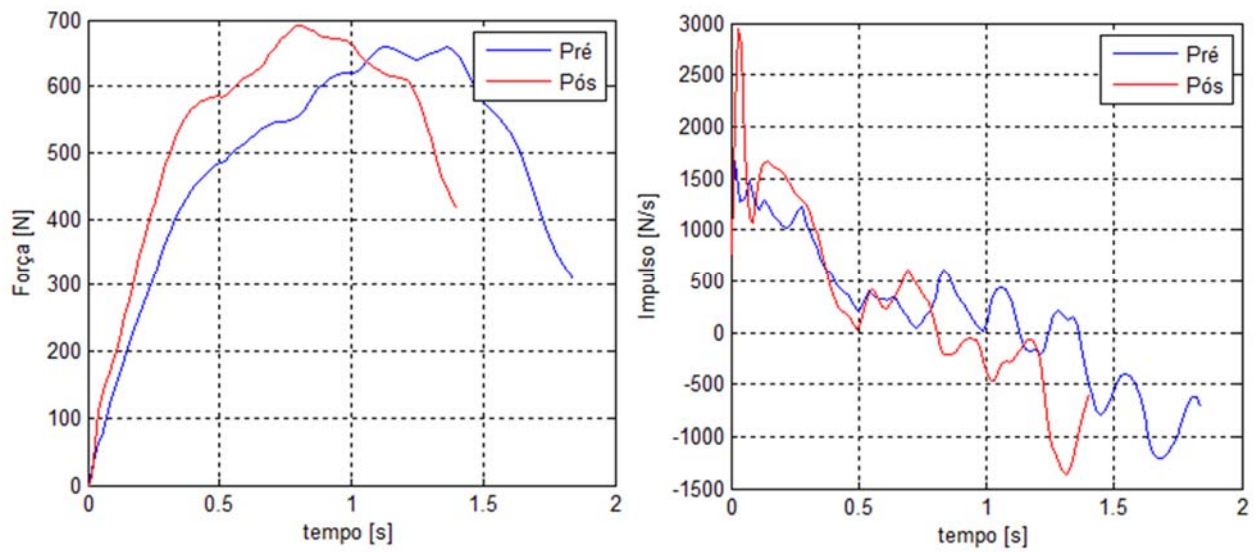


Variação da Força e Impulso com o tempo

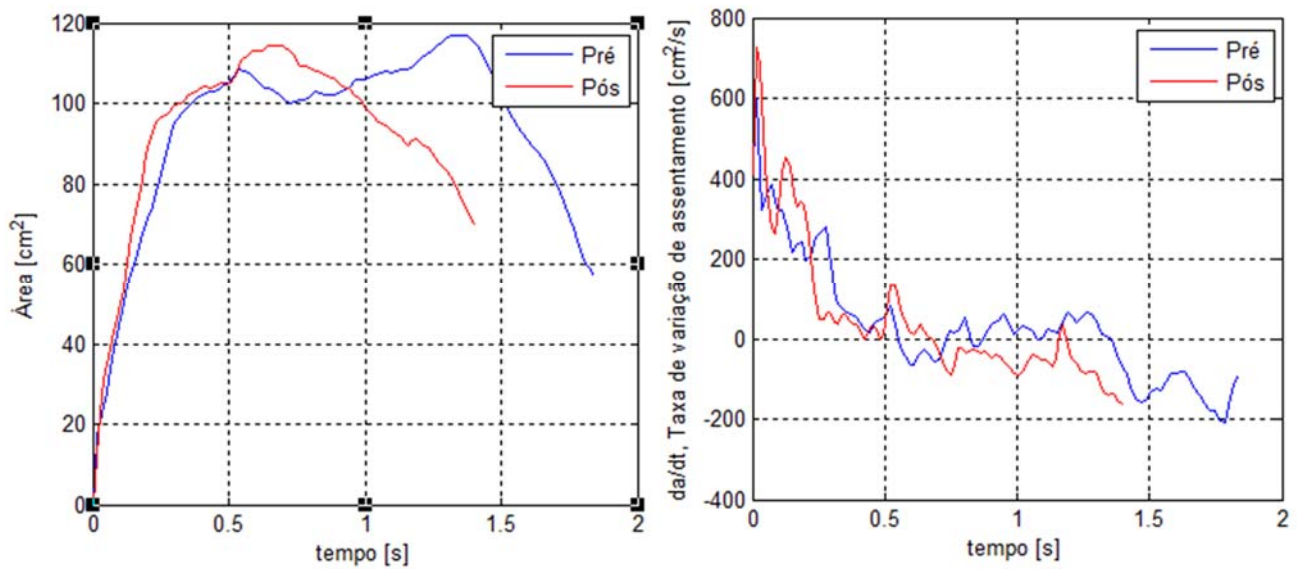


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



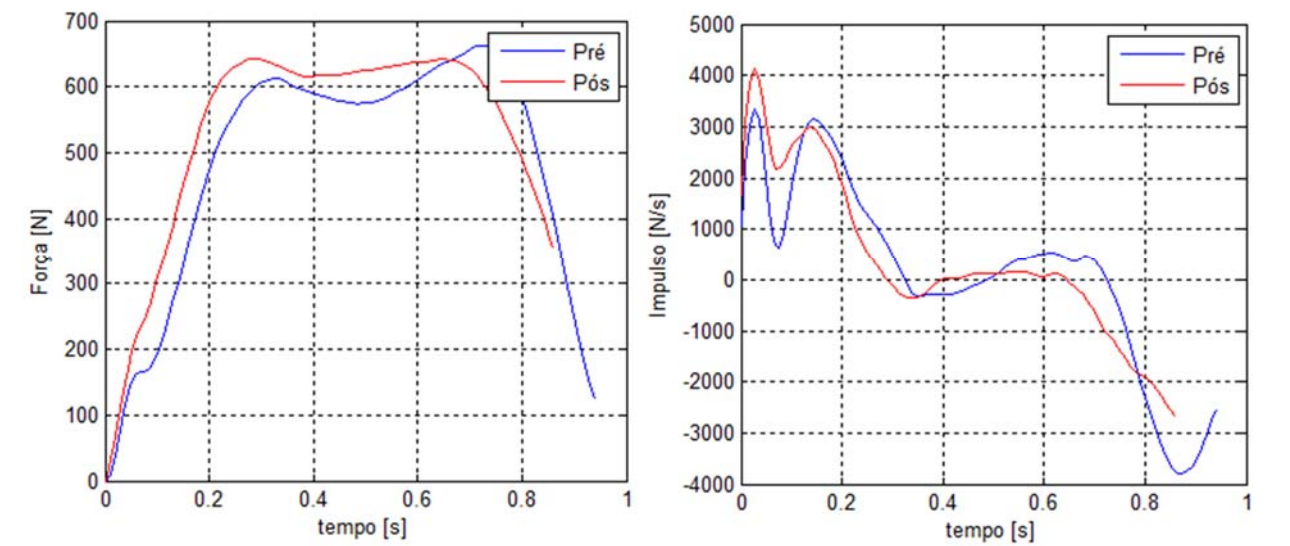
Variação da Força e Impulso com o tempo



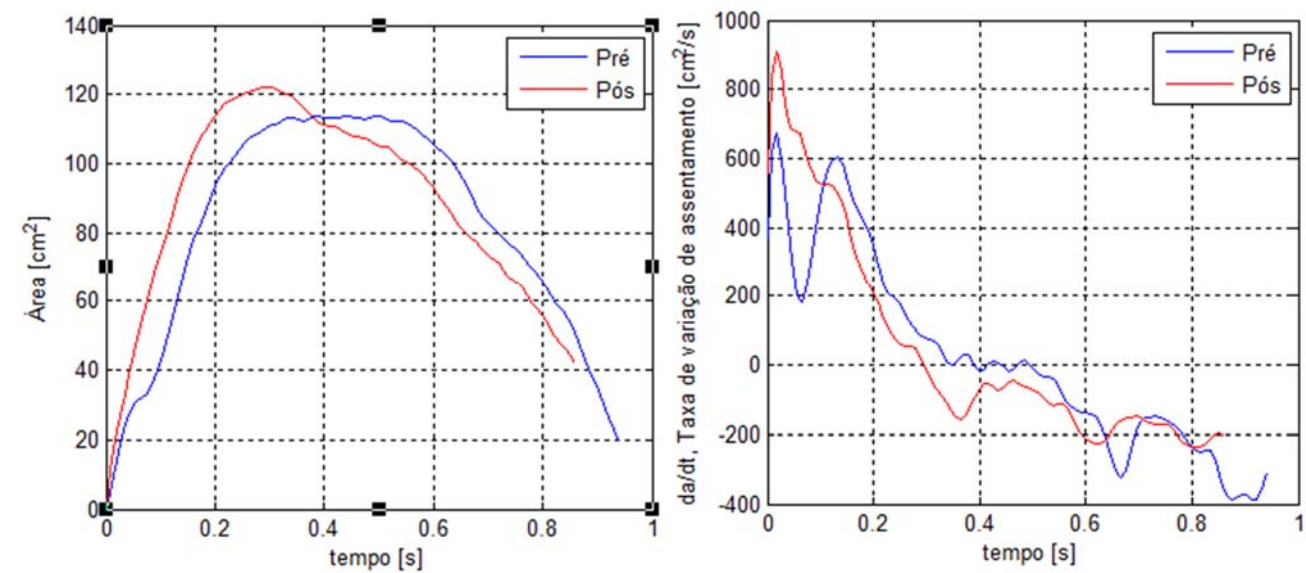
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 10

Pé Direito

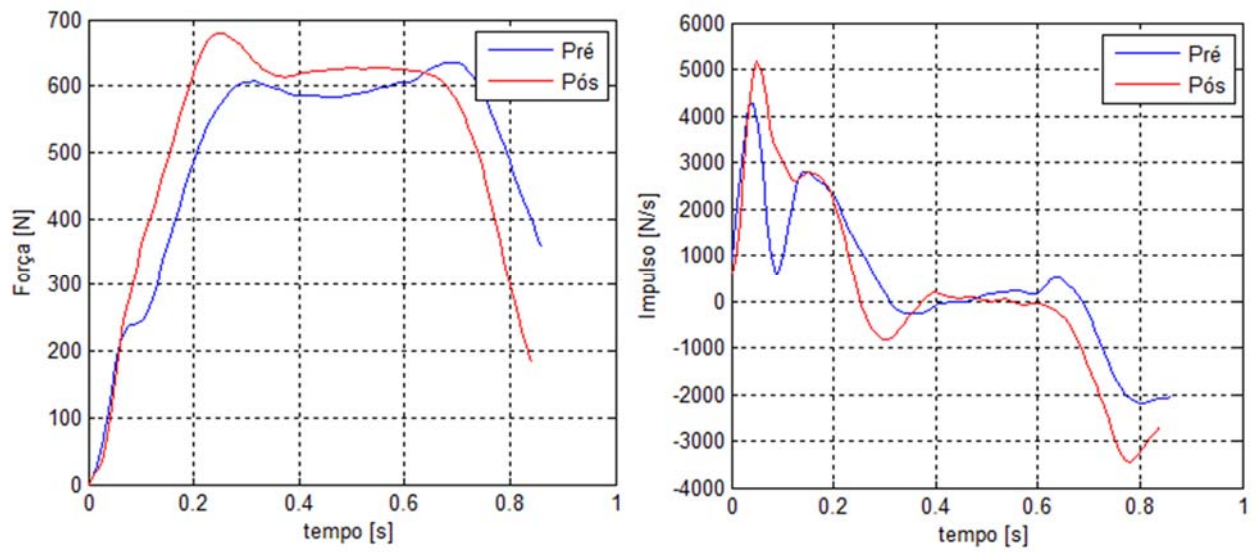


Variação da Força e Impulso com o tempo

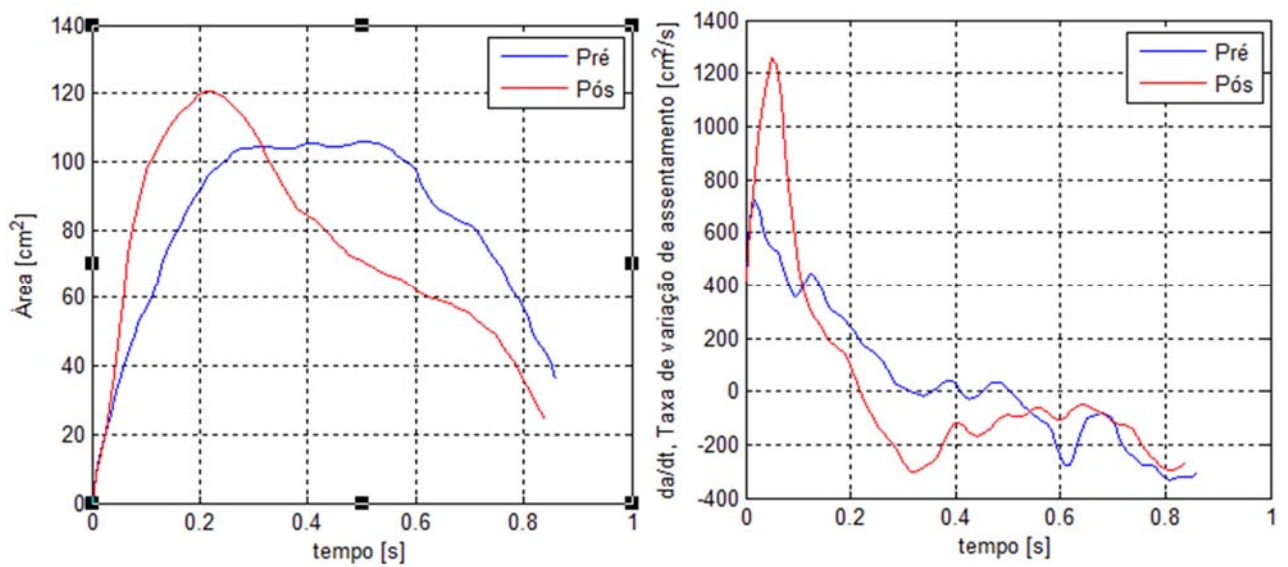


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



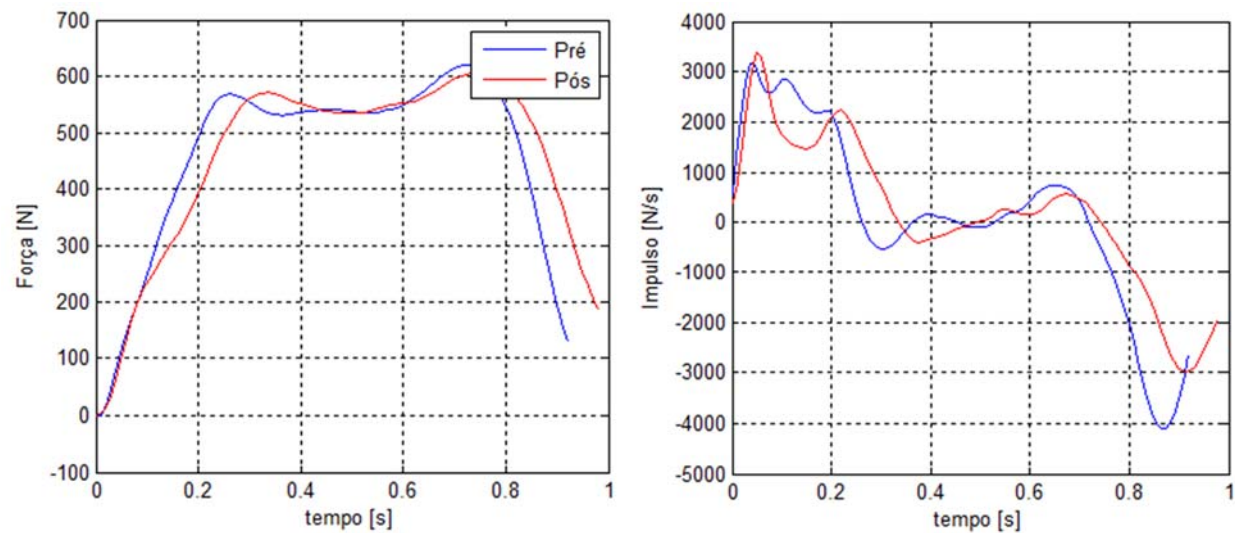
Varição da Força e Impulso com o tempo



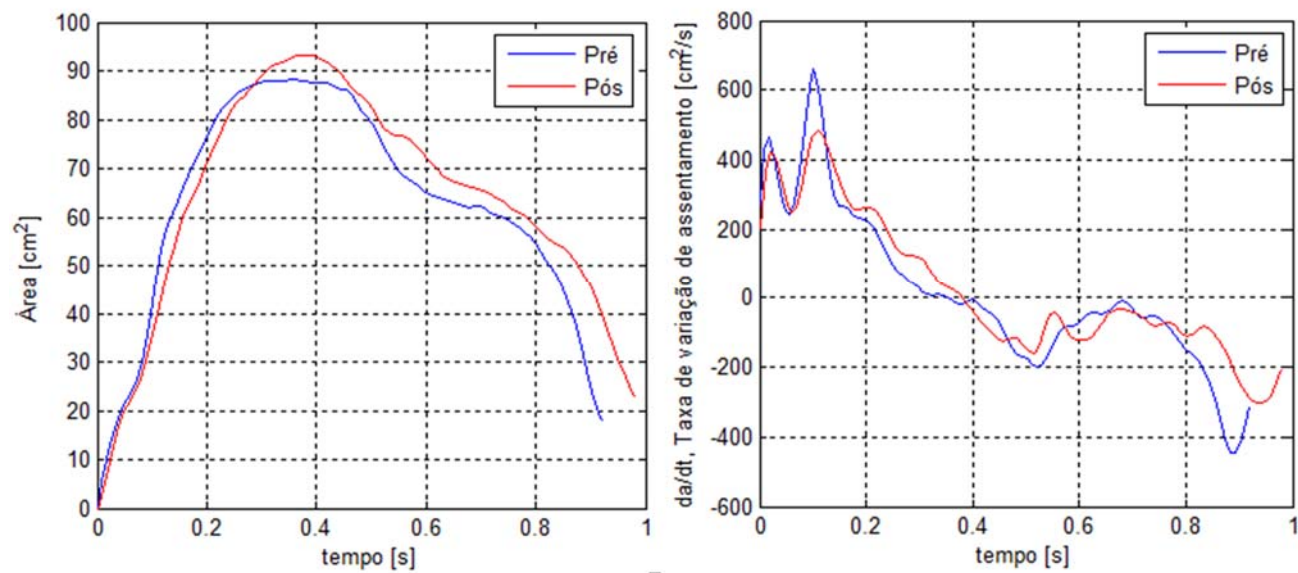
Varição da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 11

Pé Direito

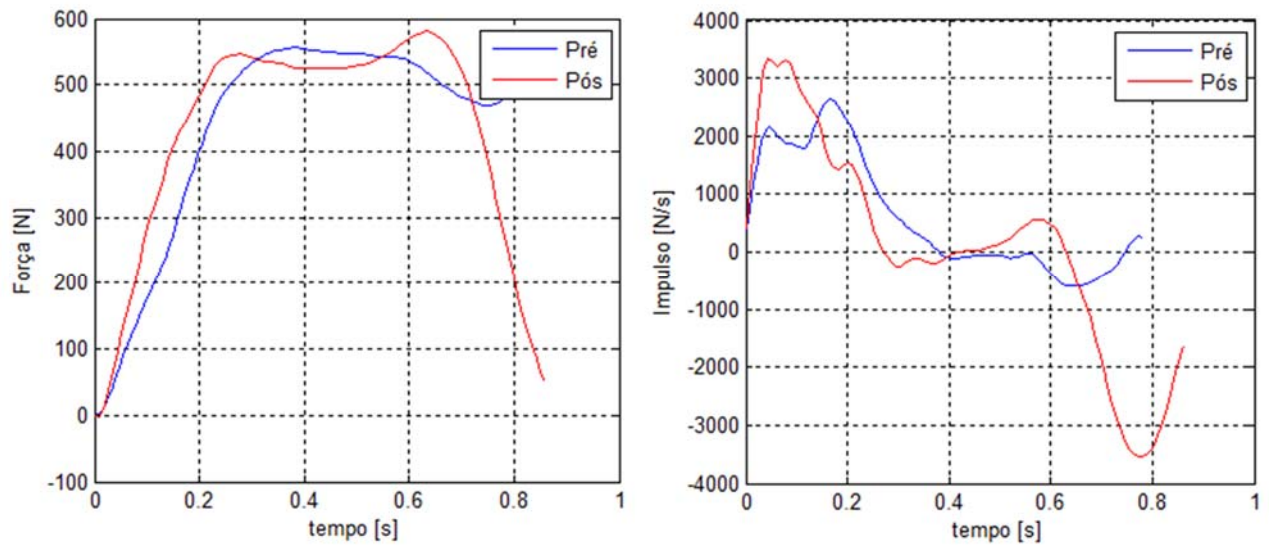


Variação da Força e Impulso com o tempo

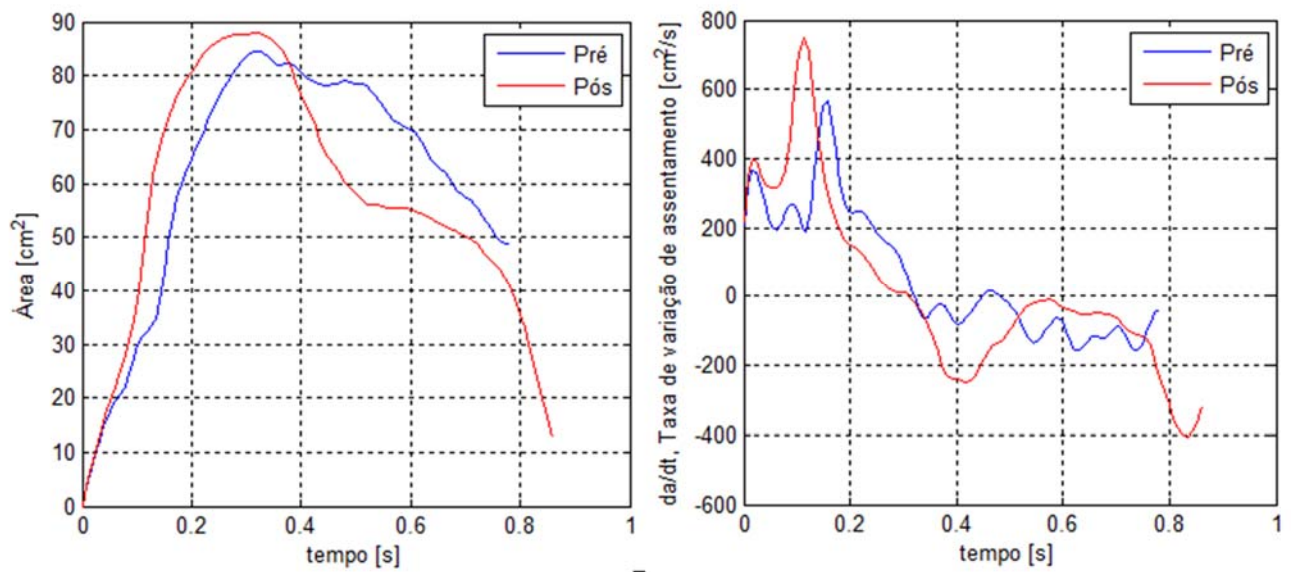


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



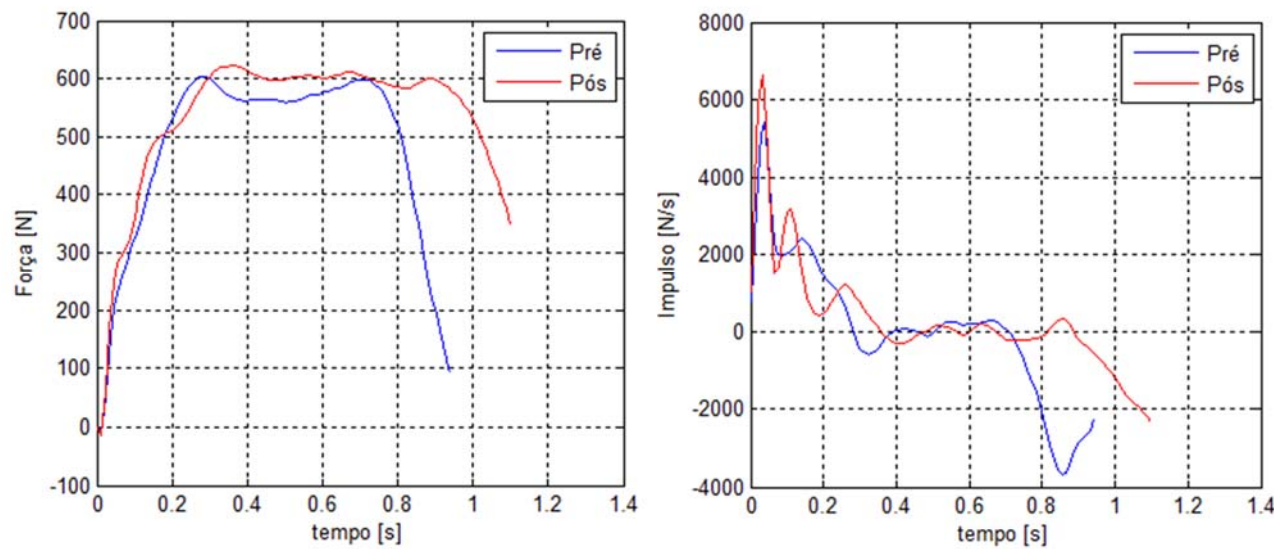
Variação da Força e Impulso com o tempo



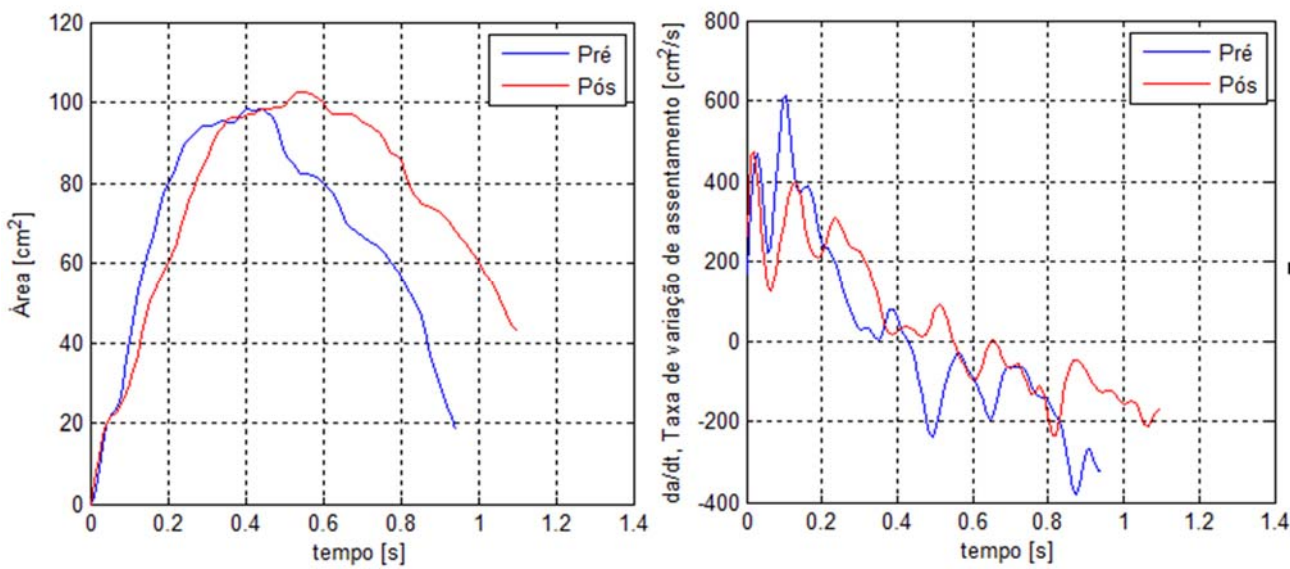
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 12

Pé Direito

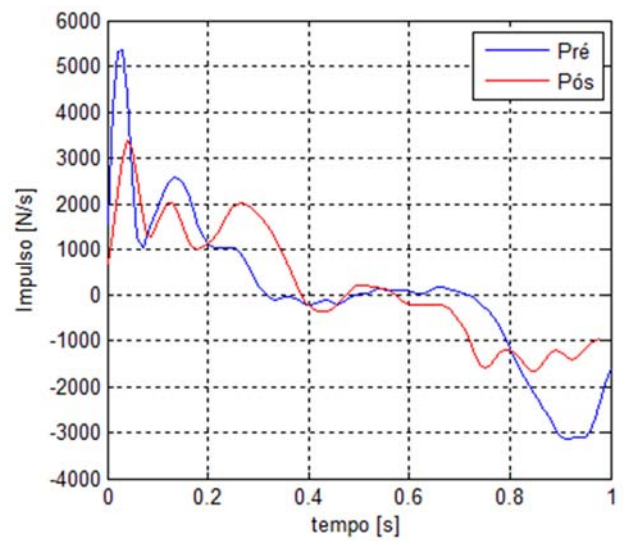
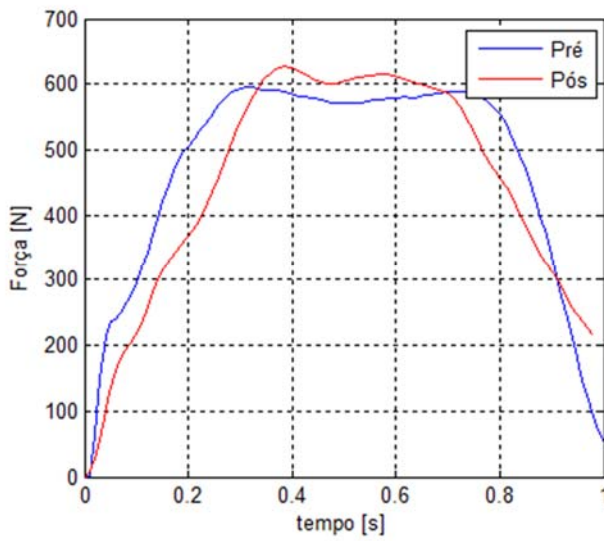


Variação da Força e Impulso com o tempo

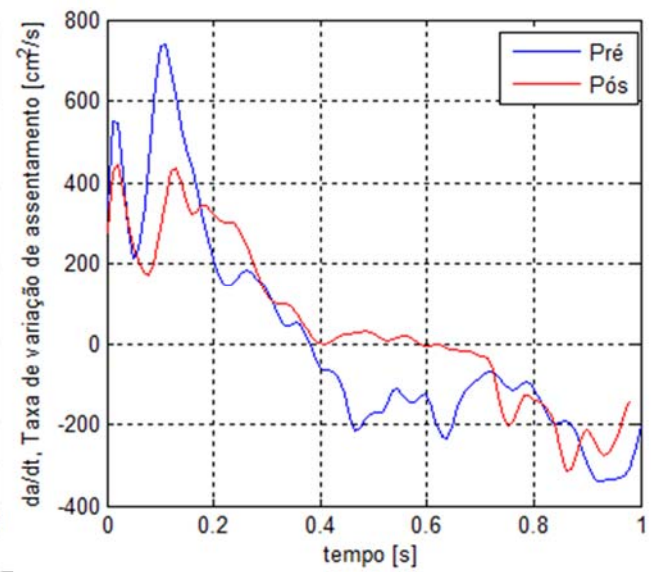
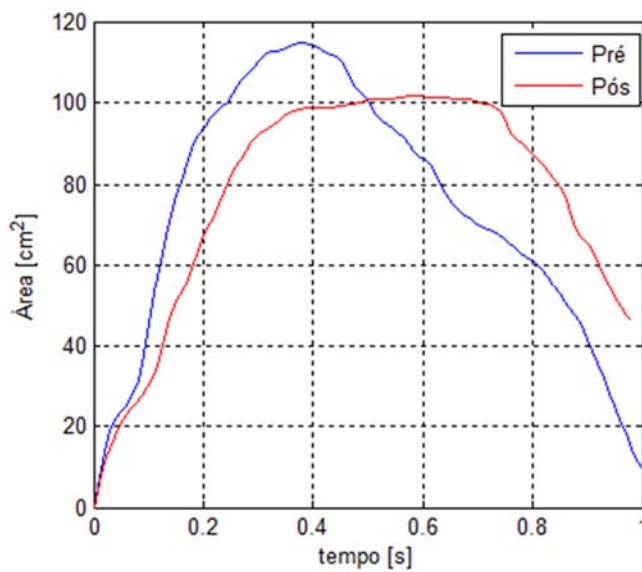


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



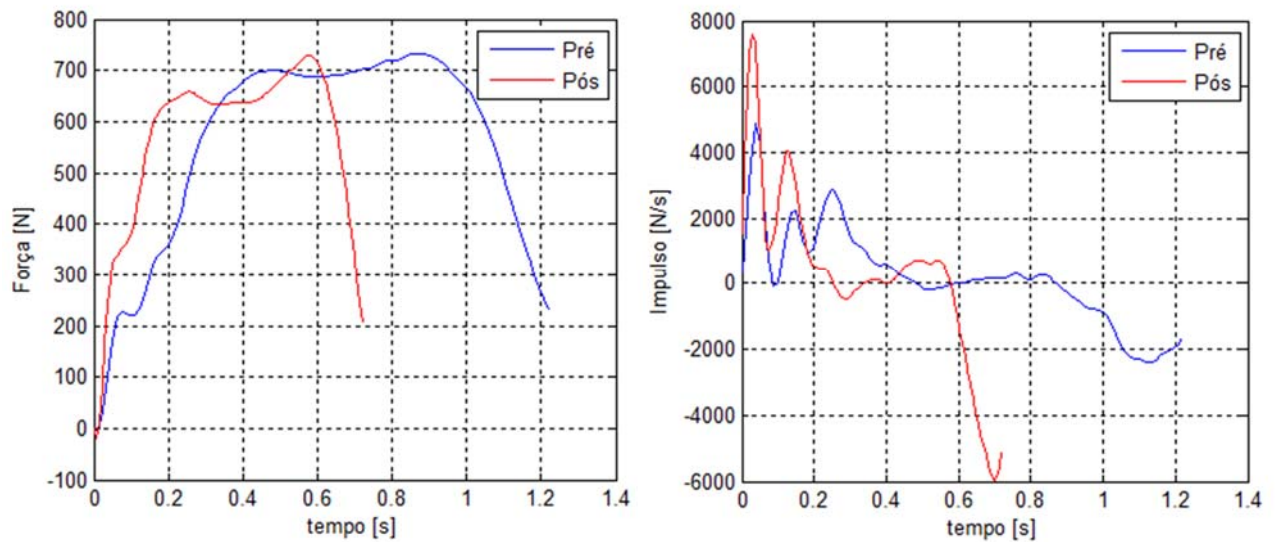
Variação da Força e Impulso com o tempo



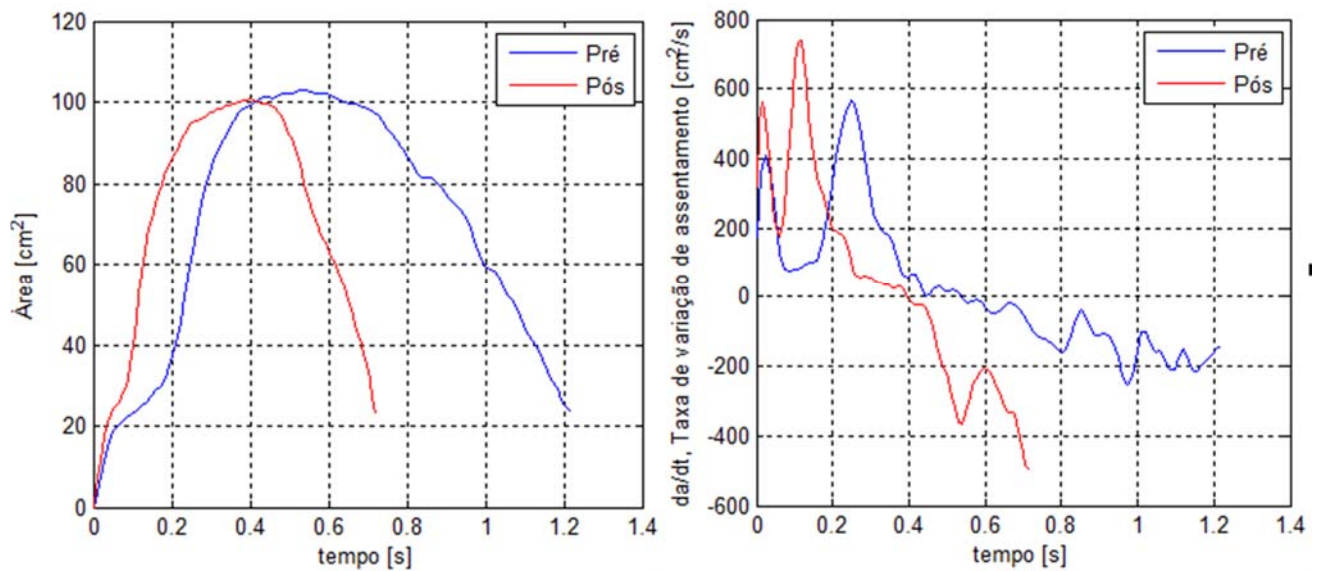
Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Paciente 13

Pé Direito

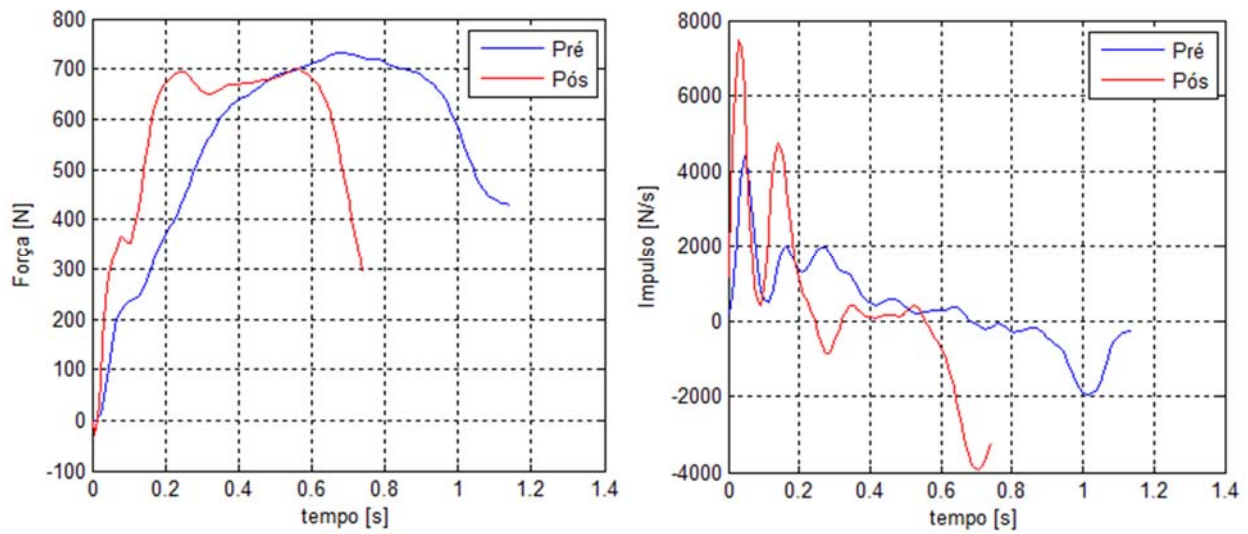


Variação da Força e Impulso com o tempo

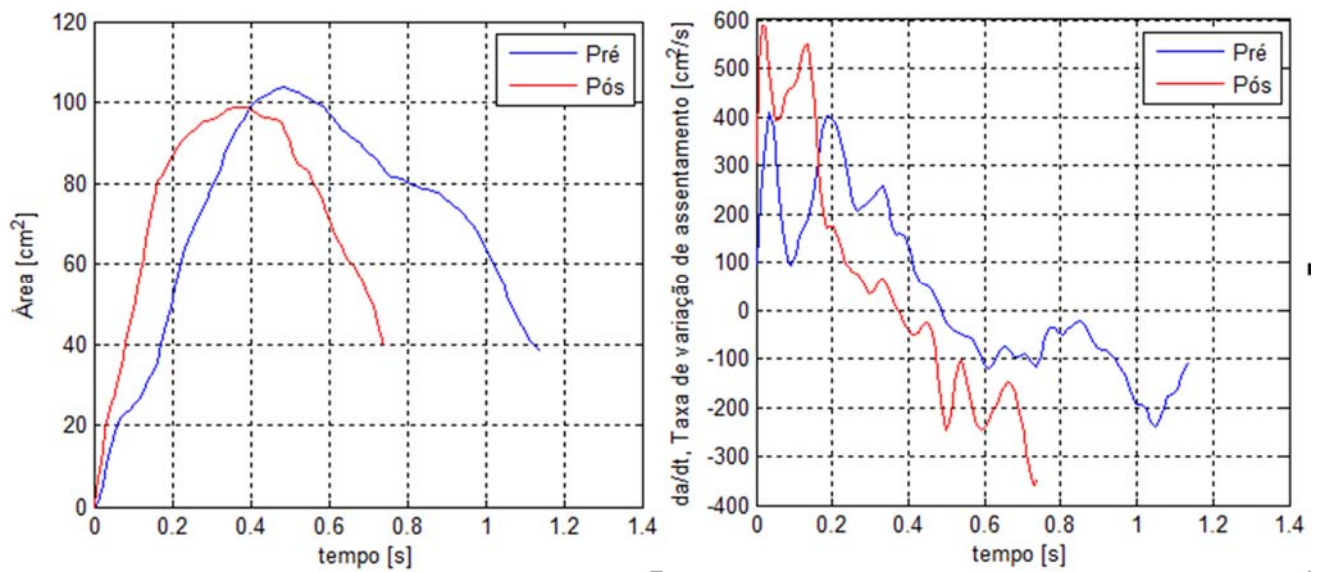


Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.

Pé Esquerdo



Variação da Força e Impulso com o tempo



Variação da Área e Taxa de assentamento com o tempo.